E 2040
R=0
1780
(23)
KAT
Institut de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - СМЕНА
Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

ELECTROTEHNICA

1

Electrotehnica – Bucureşti

Anul 6 ★ nr. 1 ★ ianuarie 1958

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, conf. ing D. DAMSKER, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. ST. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R. laureat al Premiului de Stat.

Recomandări privind întocmirea articolelor tehnico-științifice

1. *Lucrări ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală, tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.*
2. *Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție, este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.*
3. *Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.*
4. *Lucrări care au mai fost publicate integral sau parțial, nu pot fi trimise redacției spre publicare*
5. *Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit, problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 6—8 rînduri, se va anexa lucrării.*
6. *În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.*
7. *Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiilor posibile.*
8. *Anexele pot cuprinde demonstrații originale sau absolut necesare înțelegerii formulelor din text; de asemenea în anexe se pot da exemple de calcul.*
9. *Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.*
10. *Nivelul articolelor va fi înalt.*
11. *Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului. Pentru demonstrații se vor alcătui anexe.*
12. *Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele ruseți, romane, grecești, germane etc.*
13. *Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteze), revista tomul, anul, numărul, paginile.*
14. *Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență excepționîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.*
15. *Nu se admite trimiterea concomitentă a textului la alte publicații.*
16. *Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri academice, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.*
17. *Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.*
18. *Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări esențiale față de manuscris, în care cazurile cad în sarcina autorului.*

Revista „Electrotehnica", organ a Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele Editor: Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. Redacția: București, Str. Ion Gnica nr. 3, telefon 3 57 28 — 3 07 30. Administrația și Casieria: București, Cal. Victoriei 118, telefon 4 06 24. Redacția își rezervă toate drepturile privind lucrările precum și materialul grafic-ilustrativ apărut în revistă cît și cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual: pentru întreprinderi lei 96 individual lei 30. Prețul unui exemplar: lei 5. Abonamentele se primesc la sediile administrației sau redacției: sus indicate. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 3. București.

ELECTROTEHNICA

Anul VI . Nr. 1 ianuarie 1958

SUMAR

Pe pragul celui de al şaselea an de apariţie
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 1.

CZ 621.3 : 061.3 (R)
Cuvîntarea tov. ing. Gh. Gaston Marin, preşedintele Comisiei de Stat a Planificării la şedinţa de închidere a Conferinţei Electricienilor din R.P.R. — 14 noiembrie 1957
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 3.

În cuvîntare sînt trecute în revistă succesele electricienilor din ţara noastră şi se trasează noi linii pentru activitatea în viitor a diferitelor ramuri ale industriei electrotehnice şi ale industriei producătoare de energie electrică.

CZ 621.312 : 621.39 (09) (R)
Abrihan T. :
Dezvoltarea şi sarcinile de tehnică nouă în industria electrotehnică radiotehnică şi de telecomunicaţii din R.P.R.
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 6.

După o vedere de ansamblu a dezvoltării diferitelor ramuri ale industriei electrotehnice sînt arătate sarcinile industriei pe sortimente în lumina introducerii metodelor tehnologice noi.

CZ 621.3 ; 061.3 (R)
Lazaride Gh. :
Raport asupra desfăşurării lucrărilor în Secţia a doua electrotehnică, a Conferinţei Electricienilor
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 9.

Raportul conţine un bilanţ al lucrărilor şi o privire critică asupra referatelor prezentate la Conferinţa Electricienilor în Secţia de electrotehnică. Sînt indicate domeniile de cercetare pentru care au lipsit rapoarte.

CZ 621.3 :069.8 (439)
Urbanek I. :
Organizarea, domeniul şi unele rezultate ale lucrărilor de cercetare electrotehnică în R.P. Ungară
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 11.

Se arată importanţa cercetărilor ştiinţifice pentru progresul industriei electrotehnice. Se schiţează evoluţia instituţiilor de cercetare ungare în domeniul electrotehnicii şi organizarea actuală a acestor instituţii. Autorul îşi pune şi răspunde la întrebarea : ce obiective trebuie să urmărească cercetările în ţările mici industriale. Se subliniază importanţa colaborării între întreprinderile şi institutele cointeresate. Se dau imagini ale unor realizări în domeniul cercetărilor electrotehnice.

CZ 621.3 : 061.3 (R)
Avramescu A. :
Desfăşurarea lucrărilor conferinţei electricienilor din R.P.R.
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 16.

Se arată pe scurt obiectivele, pregătirea şi organizarea conferinţei. Se trec în revistă evenimentele mai importante ale conferinţei cît şi un scurt rezumat al activităţii secţiilor.

CZ 621.3 : 061.3 (R)
Rezumatele referatelor prezentate în cadrul Secţiei a II- electrotehnică, 20.

REFERATE, 28
RECENZII, 30

СОДЕРЖАНИЕ

Накануне шестого года издания журнала.
Electrotehnica 6 (1958) 1, 1.

Д. К. 621.3 : 061.3 (R.)

Речь тов. инженера Г. Гастона Марина, иредседателя Государственной Плановой Комиссии, на заключительном заседании Конференции Электротехнических работников Р.Н.Р. — 14 ноября 1957-го года.

Electrotehnica 6 (1958) 1, 3.

В речи рассмотрены успехи электротехнических работников Р.Н.Р. и намечены новые направления для дальнейшего развития различных отраслей электротехнической и электроэнергетической промышленностей.

Д. К. 621.312 : 621.39.(09) (R)

Abrihan T.

Развитие и задачи новой техники в промышленных отраслях экектротехники, радиотехники и дальней связи в Р.Н.Р.

Electrotehnica 6 (1958) 1, 6.

После общего обзора развития различных отраслей электротехнической индустрии, изложены ее задачи в связи с внедрением новых технологических достижений.

Д. К. 621.3 : 061.3 (R)

Lazaride Gh.

Доклад о работах второй электротехнической секции Конференции электротехнических работников.

Electrotehnica 6 (1958) 1, 9.

Доклад содержит итоги работ конференции и критическое рассмотрение докладов представленных во второй электротехнической секции. Отмечены области для которых не были представлены доклады.

Д. К. 621.3 : 069.8 (439)

Urbanek I.

Организация, область и некоторые результаты электротехнических иследовательских работ в Венгерской Н. Р.

Electrotehnica 6 (1958) 1, 11.

Показано значение научных исследований для успешного развития электротехнической индустрии. Дан очерк развития электротехнических научно-иследовательских институтов Венгрии и современная их организация. Автор отвечает на вопрос: какие цели должны преследовать научные исследования в небольших индустриальных странах. Подчеркивается значение сотрудничества заинтересованных предприятий и институтов. Даны фотоснимки некоторых достижений в области электротехнических исследований.

Д. К. 621.3 : 061.3 (R)

Avramescu A.

Ход работ Конференции электротехнических работников Р.Н.Р,

Electrotehnica 6 (1958) 1, 16.

Кратко изложены цели, подготовка и организация конференции. Отмечены важнейшие моменты конференции и даны краткие очерки работ секций.

Д. К. 621.3 : 061.3 (R)

Резюме докладов представленных на второй электротехнической секции, 20.

РЕФЕРАТЫ, 28.
РЕЦЕНЗИИ, 30.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1963

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul VI | Nr. 1 | București, ianuarie 1958

Pe pragul celui de al șaselea an de apariție

CZ 621.3 : (61.3(R)

REVISTA NOASTRĂ a împlinit cinci ani de apariție. Păstrînd toată modestia ce o impune această vîrstă minoră, evenimentul cere, credem, o scurtă privire retrospectivă și un angajament pentru viitor.

Urmașă directă a Revistei ASIT — Electricitatea care a apărut începînd din septembrie 1946 pînă la sfîrșitul anului 1952, cînd a fost virtual scindată în revistele „Electrotehnica" și „Energetica", revista noastră editată de Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Populară Romînă (ASIT) cu sprijinul Ministerului Industriei Grele (pînă în septembrie 1957 al Ministerului Energiei Electrice și a Industriei Electrotehnice) a păsit hotărît pe drumul jalonat de hotărîrile partidului și guvernului și stabilit de forurile tutelare pentru ridicarea nivelului științific și ideologic al electricienilor pentru susținerea dezvoltării electrotehnicii și a aplicațiilor ei în țara noastră, prin difuzarea progreselor, realizărilor și rezultatelor atinse la noi și în alte țări.

Cadrul în care trebuia să activeze revista noastră a fost fixat prin tematicile detaliate care s-au întocmit și publicat. Ele oglindesc obiectivele principale ce trebuiau atinse în legătură cu scopul și desfășurarea planurilor de stat, cu progresul tehnic general. Aceste obiective au fost împărțite pe domenii de activitate și anume : electrotehnică generală, mașini și transformatoare electrice, aparate electrice, măsurători electrice.

Pentru a da posibilitatea și cititorilor noștri de a urmări realizarea programului nostru, va apărea o tablă de materii sistematică, pe cinci ani, care se va anexa într-un număr viitor. Din compararea materialului publicat cu tematica se pot trage concluzii interesante. Ne propunem a reveni asupra unei critici mai detaliate a revistei noastre și rugăm cititorii noștri să ne sprijine în evidențierea realizărilor pozitive și a lipsurilor, pentru a putea îndrepta în viitor revista pe o cale cît mai sănătoasă. Deocamdată ținem să constatăm că nivelul revistei s-a ridicat în mod continuu în acești cinci ani atît în ce privește fondul, calitatea și varietatea materialului publicat, cît și în ce privește forma de prezentare, rubricile, anexele etc.

Baza acestui progres o dă, în primul rînd, dezvoltarea neobișnuit de rapidă a industriei energiei electrice și a industriei electrotehnice în anii puterii populare, apoi activitatea de cercetare științifică și nu în mică măsură dezvoltarea învățămîntului tehnic. Revista oglindește această evoluție și profită de ea. Totuși constatăm și unele lipsuri. Numai o parte a marilor realizări în domeniul electrotehnicii a fost prezentată suficient de detaliat în revistă. S-a pus un accent mai mare pe considerațiile teoretice, principiale, decît pe realizările concrete ale industriei și exploatărilor. Mai este încă de dus o muncă substanțială de lămurire a cadrelor tehnice din producție, pentru a le atrage spre un punct de vedere mai științific în activitatea lor și spre comunicarea rezultatelor atinse spre a fi difuzate.

Tocmai în acest sens trebuie să relevăm importanța primei Conferințe a electricienilor din R.P.R. care a avut loc în luna noiembrie 1957 și care a fost un bun prilej pentru prezentarea realizărilor concrete în producție, în sectorul de cercetări și învățămînt pe calea introducerii și extinderii tehnicii noi. Conferința a evidențiat marile forțe și posibilități ce le posedă corpul nostru de electricieni, ingineri și tehnicieni.

Sectorul cercetărilor științifice a fost mai bine reprezentat în coloanele revistei noastre. Unele numere redactate în colaborare cu Institutul de energetică al Academiei R.P.R. și prezentarea materialului primei sesiuni științifice a Institutului de

cercetări electrotehnice din Ministerul Industriei Grele au prilejuit o bună evidenţiere a rezultatelor pozitive ce se pot atinge de cercetătorii electricieni, chiar în cazul cînd baza materială disponibilă este mai redusă decît în alte ţări industriale.

Rubricile revistei s-au îmbogăţit. Afară de articolele cu caracter de originalitate sau de sinteză, au apărut note, discuţii, recenzii de cărţi. Documentarea cît mai bogată şi mai precisă a reprezentat o grijă deosebită a redacţiei. Numărul referatelor din alte reviste s-a mărit considerabil. Se publică titluri pe ultima pagină a revistei iar sumarele se prezintă pe fanioane separate, spre a putea fi decupate şi introduse direct în fişiere. Clasificaţia zecimală nu lipseşte la nici un articol, titlu sau referat. Tabla de materii sistematică anuală s-a lărgit. În forma exterioară a prezentării s-a ţinut seama de recomandările internaţionale ISO, CEI etc., de standardele noastre şi de cele internaţionale.

Cu toate aceste progrese sîntem conştienţi că mai sînt multe îmbunătăţiri de făcut. Tematica trebuie refăcută în lumina apariţiei revistelor surori „Automatica şi electronica" şi „Telecomunicaţii". Ea mai trebuie lărgită spre a cuprinde probleme actuale prevăzute în recentele hotărîri ale partidului şi guvernului, în planurile de stat, în rezoluţiile congresului al II-lea al ASIT, a primei conferinţe a electricienilor şi a consfătuirilor pe ţară care privesc electrotehnica. De asemenea sînt de prevăzut problemele desemnate de organizaţiile internaţionale electrotehnice (CEI, CIGRE etc.) spre a fi studiate de ţările participante.

O deosebită grijă trebuie dată pregătirii prealabile a materialului, spre a corespunde mai mult ca tematică şi marilor linii ale progresului tehnic. Articolele trebuie să acopere mai armonios diferitele compartimente ale tematicii. Lupta de opinii trebuie activată prin discuţii critice obiective. Progresele tehnice şi ştiinţifice realizate în ţară şi în străinătate trebuie să fie prezentate fără întîrziere, sub formă de sinteze, referate, titluri etc. Documentaţia trebuie să reprezinte o preocupare serioasă. Redacţia va trebui să dea informaţii mai ample asupra articolelor, referatelor, titlurilor şi, în general, a întregului material publicat în revistă. În acest scop trebuie să-şi creeze un fişier documentar. Cititorii vor trebui îndrumaţi spre a colecţiona numerele revistei a utiliza tablele de materii anuale şi cea pe cinci ani ; de asemenea de a exploata posibilitatea creării unui fişier documentar în specialitatea lor.

Printr-o colaborare cu comisia de standardizare revista va trebui să ţină electricienii la curent cu mersul lucrărilor de standardizare, să amorseze discuţii şi critici ale proiectelor de standarde. Mişcarea de uniformizare şi standardizare internaţională trebuie susţinută prin difuzarea recomandărilor acelor instituţii şi organizaţii la care ţara noastră este reprezentată sau colaborează.

Relaţiile cu reviste similare din străinătate, mai ales cu cele din ţările socialiste prietene, trebuie să fie extinse. Se vor prevede nu numai schimburi de reviste, dar şi schimburi de referate sau chiar articole.

În faţa noastră stau sarcini grele, dar măreţe. Tehnica progresează cu paşi uriaşi. Omul cucereşte spaţiul interstelar. În această conjunctură electrotehnica ia o poziţie importantă. Legată strîns de fizica atomului necesitînd o deosebită pregătire tehnico-ştiinţifică, avînd aplicaţii din ce în ce mai întinse, mai utile, ea devine o specialitate de mare importanţă.

Revista „Electrotehnica" va trebui să corespundă scopului şi necesităţilor avînd în vedere acest cadru măreţ. Comitetul de redacţie, conştient de aceste comandamente, îşi ia angajamentul să contribuie cu toată rîvna la ridicarea continuă a nivelului revistei. În acest sens pe pragul celui de al VI-lea an de apariţie urăm cititorilor un an bun şi spor la muncă.

COMITETUL DE REDACŢIE

Cuvîntarea tov. ing. Gh. Gaston Marin, preşedintele Comisiei de Stat a Planificării, la şedinţa de închidere a Conferinţei Electricienilor din R.P.R.—14 noiembrie 1957

CZ 621.312 : 621.39(09)(R)

Tovarăşi,

În această şedinţă de închidere a Conferinţei Electricienilor din R.P.R., organizată de Consiliul Central ASIT, Secţia Energetică şi Electrotehnică, se cuvine să subliniem rolul electricienilor în acţiunea de dezvoltare a economiei naţionale şi de construire a socialismului în ţara noastră.

Electricienii — ingineri, tehnicieni şi muncitori — formează o familie numeroasă şi importantă, prin cunoştinţele lor teoretice şi practice. Electricitatea a fost şi devine din ce în ce mai mult un factor determinant în dezvoltarea şi transformarea vieţii societăţii omeneşti şi aşa cum au văzut-o fondatorii socialismului ştiinţific, ea reprezintă o forţă incomparabil mai revoluţionară decît toate celelalte forme de energie cunoscute anterior.

Noua formă de energie la a cărei descătuşare asistăm în prezent — energia nucleară — şi care este de natură a întrece pe toate celelalte forme de energie, a putut fi pusă la îndemîna omului datorită cuceririlor pe care ştiinţa şi în special electricitatea le-a realizat ; aplicaţiile acestei forme de energie sînt de asemenea legate sub o formă sau alta, de electricitate.

Deşi electricitatea are folosinţe în domenii atît de răspîndite, muncitorii, tehnicienii şi inginerii electricieni se găsesc într-o interdependenţă continuă, indiferent de sectorul în care activează. Între electricenii din sectoarele de prelucrare, transport şi distribuţie a energiei electrice şi cei care lucrează în ramurile consumatoare de energie electrică există o conlucrare continuă şi foarte strînsă. Tot atît de strînsă este legătura dintre aceştia şi electricienii care lucrează la fabricarea echipamentelor, instalaţiilor şi materialelor electrotehnice, şi între cei care deservesc instalaţiile de telecomunicaţii, electrotehnică, automatizări etc.

Toate domeniile de folosinţă a electricităţii au putut marca dezvoltări uriaşe în ultimele decenii, întrucît se sprijină cu tărie şi în mod consecvent pe ştiinţă, pe cunoştinţele fundamentale ale ştiinţei despre electricitate. Dezvoltarea grandioasă a ştiinţei şi tehnicii în U.R.S.S., de la Marea Revoluţie Socialistă din Octombrie şi în special ultimele cuceriri ale ştiinţei şi tehnicii sovietice, care au uimit lumea, arată cu prisosinţă rolul important al electricităţii, care a fost întrevăzut de Lenin cînd a emis lozinca : „Comunismul este puterea sovietelor plus electrificarea întregii ţări".

În industria energiei electrice, prima sarcină importantă care a stat în faţa muncitorilor, tehnicienilor şi inginerilor a fost repunerea în funcţiune a instalaţiilor distruse sau avariate în timpul războiului, pentru asigurarea alimentării cu energie electrică şi a celorlalte ramuri economice. Producerea în anul 1950 a peste două milioane de kWh, de două ori mai mult decît cea mai mare producţie anuală realizată în ţara noastră înainte de cel de al doilea război mondial, cu aceleaşi instalaţii energetice, arată că electricienii din ramura producerii transportului şi distribuţiei energiei electrice au îndeplinit această sarcină, aducîndu-şi astfel contribuţia importantă la dezvoltarea activităţii economice în toate ramurile.

La chemarea partidului şi guvernului, tehnicienii din ramura energetică au strîns şi au întocmit materialul documentar necesar, care a stat la baza elaborării planului de electrificare pentru o primă etapă de 10 ani (1950—1960).

Obiectivele importante prevăzute în planul de electrificare pentru primii şapte ani de aplicare a acestuia au fost realizate, punîndu-se în funcţiune o serie de termocentrale şi hidrocentrale echipate cu agregate moderne şi cu parametri ridicaţi, şi dezvoltîndu-se de asemenea într-o măsură apreciabilă instalaţiile de transport şi distribuţie a energiei electrice, creîndu-se de asemenea sisteme energetice puternice prin interconectarea centralelor electrice publice şi industriale. Prin aceste instalaţii noi, prin modernizarea unor instalaţii vechi şi prin folosirea mai completă a capacităţii de producţie a acestora, s-a putut obţine în aceşti şapte ani o creştere a producţiei de energie electrică de peste 2,5 ori faţă de anul 1950. În acelaşi timp, s-a obţinut reducerea consumului specific de combustibil şi a costului energiei electrice precum şi o îmbunătăţire în continuitatea alimentării cu energie a consumatorilor.

Se poate afirma neîndoielnic că sarcina din planul de electrificare elaborat în anul 1949—1950 de a atinge o producţie de şapte miliarde kWh în anul 1960 va fi depăşită, din moment ce încă în anul 1958 se va realiza probabil o producţie de şase miliarde de kWh.

Realizarea planului de electrificare şi dezvoltarea diferitelor ramuri industriale din ţară, a impus crearea unei industrii tehnico-materiale pentru proiectarea şi fabricarea utilajelor, produselor şi a

materialelor electrotehnice necesare şi care înainte se importau.

Astfel pentru realizarea planului de electrificare, se fabrică între altele : transformatoare de forţă de toate puterile şi tensiunile pînă la 20 000 kVA şi 110 kV, aparataj de înaltă tensiune pînă la 110 kV, relee, aparate de măsură, cabluri de forţă etc.

Pentru industria extractivă, minieră şi petroliferă, se produc locomotive electrice de mină de 2,4 şi 8 t, seria de motoare electrice şi de întreruptoare automate şi antigrizutoase, motoare speciale pentru foraj şi pompaj etc.

Menţionăm de asemenea fabricarea de echipamente electrice pentru maşini-unelte şi pentru autovehicule, fabricarea de motoare electrice protejate contra exploziilor, pentru industria chimică, a echipamentului electric complex pentru fabricile de ciment, a centralelor telefonice, aparatelor telefonice automate.

De asemenea, s-au fabricat pentru agricultură grupuri electrogene, echipament electric pentru tractoare şi pentru electrificarea ariilor de treierat.

Pentru ridicarea nivelului de trai al oamenilor muncii de la oraşe şi sate se fabrică bunuri electrice de larg consum, aparate de radio, aparate electrotehnice etc.

În domeniul electronicii, al telecomunicaţiilor şi al automatizărilor, ţara noastră cu toate că este încă rămasă în urmă, a obţinut totuşi succese importante faţă de 1948 ; numărul telefoanelor instalate a crescut cu 42%, numărul centralelor telefonice a crescut cu peste 60% iar numărul convorbirilor interurbane a crescut cu circa 600%.

Reţelele telefonice au fost mult dezvoltate, o atenţie deosebită dîndu-se telefoniei rurale, complet neglijate în trecut. Încă din 1956, toate sfaturile populare din ţară au fost racordate la reţeaua telefonică.

În anii puterii populare radioul a căpătat o deosebită dezvoltare. Numărul staţiilor de emisie şi puterea lor a crescut de peste cinci ori, asigurîndu-se o recepţie mulţumitoare pe întreg cuprinsul ţării. În aceeaşi perioadă s-au pus bazele radioficării prin care se asigură audierea programelor la un număr de aproape 600 000 de familii din cele 1 000 localităţi radioficate.

În anul trecut a fost montată şi dată în exploatare o staţie de televiziune de mare putere în Bucureşti, care asigură vizionarea programelor pentru telespectatorii plasaţi pe o rază de peste 100 km.

În sectorul consumator de energie electrică, electricienii — energeticieni industriali — şi-au adus contribuţia lor atît la creşterea producţiei industriale, cît şi la ameliorarea condiţiilor de funcţionare a sistemelor energetice.

În acest scop, prin folosirea mai completă a instalaţiilor şi prin introducerea unor elemente de tehnică nouă, ei au realizat pentru sectorul industrial, recondiţionarea şi modernizarea unora din instalaţiile existente, construcţia de noi instalaţii, o mărire a siguranţei în funcţionarea instalaţiilor consumatoare şi o mai bună gospodărire a acestora, reducerea unora din consumurile specifice de energie electrică etc. S-a îmbunătăţit factorul de putere, care este totuşi încă redus, reglajul curbei de sarcină, s-a obţinut o reducere a perturbaţiilor pe care instalaţiile consumatoare le produc în sistemele energetice etc.

În ceea ce priveşte activitatea de viitor în ramura energiei electrice, se impune elaborarea unui plan de dezvoltare de perspectivă pe următorii 15—20 de ani a energeticii în care să se încadreze în mod armonios lucrările de viitor, în aşa fel ca dezvoltarea energeticii să preceadă cu un pas pe aceea a celorlalte ramuri industriale.

În cadrul acestui plan vor trebui să fie cuprinse lucrările de amenajare complexă a Dunării la Porţile de Fier, lucrări ce urmează a se executa în colaborare cu R.P.F. Iugoslavia, precum şi alte amenajări hidroelectrice.

Prin dezvoltarea reţelelor de transport şi distribuţie şi a interconexiunilor, trebuie pregătite condiţiile pentru crearea sistemului energetic unic pe întreaga ţară.

Totodată vor trebui remediate deficienţele existente în ce priveşte calitatea energiei electrice livrate consumatorilor, ca reducerea avariilor, menţinerea parametrilor ei nominali (tensiune şi frecvenţă).

O atenţie specială va trebui acordată găsirii unor soluţii cît mai economice şi totodată moderne, în proiectarea noilor centrale, staţii şi reţele cum şi a unei mai bune organizări a şantierelor de construcţii şi montaj care să conducă la ieftinirea lucrărilor şi la scurtarea termenelor de dare în funcţiune.

Sarcini deosebit de importante stau de asemenea în faţa industriei electrotehnice.

Caracteristicile şi calitatea unora dintre produsele electrotehnice nu sînt la nivelul actual al tehnicii mondiale şi este deci necesară modernizarea acestora, prin ameliorare sau reasimilare, în special pe linia creării seriilor unitare de produse.

Pentru satisfacerea în cea mai mare măsură a necesităţilor economiei naţionale este necesar a se mări sortimentul de produse în special în acele domenii în care s-au dezvoltat insuficient, pînă acum, cum sînt : centralele telefonice automate, piesele de radio, echipamentele pentru automatizarea staţiilor de cale ferată şi altele.

Folosirea la maximum a capacităţilor de producţie — atît a utilajelor cît şi a suprafeţelor existente — printr-o mai bună organizare a producţiei şi prin introducerea tehnologiei moderne în producţie, are scopul de a se obţine, pe lîngă o calitate corespunzătoare a producţiei, ridicarea productivităţii şi reducerea preţului de cost.

Trebuie urmărită folosirea materialelor electrotehnice noi, moderne şi înlocuirea materialelor deficitare, ca de exemplu utilizarea pe scară largă a aluminiului în locul cuprului, înlocuirea materialelor feroase şi neferoase prin mase plastice etc.

În general, industria electrotehnică trebuie dezvoltată în continuare atît pentru satisfacerea ne-

voilor interne cît şi pentru lărgirea exportului de produse electrotehnice.

Ramura telecomunicaţiilor trebuie să se dezvolte rapid printr-o colaborare cît mai strînsă cu ţările vecine şi prietene mai avansate decît noi în acest domeniu, de la care, pe lîngă experienţa tehnico-ştiinţifică, va trebui să procurăm produsele a căror asimilare nu este încă oportună în industria noastră.

Industria va trebui să facă eforturi pentru a putea realiza încă din 1959 centrale telefonice automate urbane, spre a putea redresa în parte rămînerea în urmă de azi.

Cu colaborarea Academiei R.P.R. va trebui să stabilim materiile prime de care dispunem şi procesele tehnologice pentru fabricarea pieselor de bază din industria electronică şi de telecomunicaţii pentru ca să nu mai trebuiască să importăm rezistenţe electrochimice, condensatoare, fier fără remanenţă pentru relee şi altele.

De asemenea va trebui să producem în ţară semiconductoare, ferite, materiale magnetice de calitate, spre a putea realiza cu succes montajele electronice moderne folosite în telecomunicaţii şi mai ales în procesele de automatizări industriale, care se dezvoltă din ce în ce mai mult în întreaga lume.

Concomitent cu asigurarea pieselor de bază va trebui să realizăm echipamentele respective cu caracteristici tehnice din ce în ce mai bune.

Dezvoltarea reţelei de telecomunicaţii va trebui să ţină seamă de dezvoltarea necesară telesemnalizărilor şi telemăsurătorilor cerute de marile reţele electrice, iar dezvoltarea electrificării şi a radioficării rurale trebuie realizate coordonat în vederea folosirii în comun a traseelor.

În sectorul industrial consumator de energie electrică eforturile făcute pînă acum de energeticienii industriali vor trebui continuate, printr-o preocupare mai susţinută pentru economia de energie şi de putere şi pentru mărirea siguranţei de funcţionare a instalaţiilor consumatoare, avînd drept scop final creşterea productivităţii industriilor şi reducerea preţului de cost al produselor.

În realizarea acestei acţiuni, energeticienii industriali vor trebui să extindă în cea mai mare măsură — atît în sectorul de deservire cu energie electrică, cît şi în sectorul tehnologic — introducerea tehnicii noi, a mecanizărilor şi automatizărilor, să adîncească cercetările privind analiza consumurilor şi economia de energie şi să aplice măsurile care vor rezulta din aceste studii.

Ministerele, organizaţiile centrale şi întreprinderile consumatoare vor trebui să dea mai multă atenţie problemelor energetice, îmbunătăţind organizarea unităţilor energetice şi asigurîndu-le baza materială necesară.

Pentru realizarea acestor obiective, unele centrale trebuie să creeze condiţiile necesare pentru ca muncitorii, tehnicienii şi inginerii electricieni să fie orientaţi spre rezolvarea problemelor tehnice care le revin şi să aibă asigurate condiţiile corespunzătoare.

Astfel trebuie dezvoltată şi întărită activitatea de cercetare tehnico-ştiinţifică şi tehnico-economică din întreprinderi pentru rezolvarea problemelor legate de buna desfăşurare a procesului de producţie.

Institutelor de cercetări departamentale şi ale Academiei R.P.R. le revine sarcina de a întreprinde cercetări cu caracter fundamental, general, de perspectivă, din sectoarele de aplicare ale electricităţii.

ASIT-ul, ca organizaţie de masă a inginerilor şi tehnicienilor, are de asemenea un rol deosebit de important în mobilizarea cadrelor tehnice în jurul problemelor pe care le cere dezvoltarea electricităţii, în întărirea colaborării între electricienii din diversele ramuri.

Conferinţa Electricienilor din R.P.R. care se închide astăzi a constituit o primă acţiune a Consiliului Central A.S.I.T. de strîngere a inginerilor şi tehnicienilor electricieni care, deşi răspîndiţi ca loc de muncă în ramuri economice diferite, subordonaţi pe linie administrativă diverselor ministere şi organizaţii centrale, fac parte totuşi ca pregătire tehnică şi ca preocupări din aceeaşi familie şi trebuie să conlucreze continuu pentru îndeplinirea sarcinilor importante ce le sînt trasate. Schimbul larg de experienţă care s-a făcut cu această ocazie între electricienii din diversele sectoare de activitate constituie un exemplu bun, pe care ASIT-ul îl poate folosi în viitor, pentru mobilizarea cadrelor tehnice din alte specialităţi.

Sîntem convinşi că întorşi la locurile Dvs. de muncă veţi urmări cu şi mai multă însufleţire realizarea minunatelor sarcini de onoare ce revin electricienilor din ţara noastră.

Dezvoltarea şi sarcinile de tehnică nouă în industria electrotehnică, radiotehnică şi de telecomunicaţii din R.P.R.

Ing. T. ABRIHAN
Adjunct al Ministrului Industriei Grele

CZ 621.3 : 061.3 (R)

1. *Dezvoltarea industriei electrotehnice şi de curenţi slabi.* Industria electrotehnică şi cea de curenţi slabi s-a creat practic, în ţara noastră, de către regimul nostru. Dezvoltarea ei, consecinţă naturală a dezvoltării electrificării întregii economii naţionale, a cunoscut un ritm foarte viu. Astfel în 1957 volumul producţiei electrotehnice reprezintă de 5,23 ori volumul producţiei din 1950, iar pe principalele produse producţia din 1957 raportată la cea din 1950 este:

la maşini electrice rotative	de 3,13 ori
la transformatoare	de 3,03 ori
la aparate de radio	de 3,22 ori
la acumulatoare	de 3,72 ori
la conductoare electrice	de 2,18 ori.

Volumul producţiei electrotehnice ia un rol din ce în ce mai important în producţia industrială din ţara noastră. Astfel de unde în 1950, producţia industriei electrotehnice reprezenta 6,7% din întreaga producţie a ramurii construcţiei de maşini — în 1956, ea reprezintă 15%.

Se pot distinge în această dezvoltare două etape importante, şi anume :

O primă etapă în care a crescut foarte rapid atît nomenclatorul cît şi volumul producţiei sub presiunea mare a cererilor de produse electrotehnice, în prima parte a cincinalului trecut. În această etapă accentul principal s-a pus pe acoperirea imediată a necesarului cerut de economia naţională, cedîndu-se de multe ori în privinţa performanţelor şi a calităţii produselor executate.

În a doua etapă, începînd de la finele primului cincinal, accentul principal a început să fie pus pe îmbunătăţirea caracteristicilor şi calităţii produselor executate şi pe îmbunătăţirea tehnologiei de execuţie în scopul obţinerii unor indici tehnico-economici ridicaţi.

În prezent sîntem tocmai în momentul cînd această acţiune este în plină desfăşurare, cînd se depun eforturi mari pentru ridicarea nivelului tehnic al produselor şi producţiei industriei noastre electrotehnice. Conferinţa electricienilor are în sarcinile sale, afară de trecerea în revistă a unor importante realizări pe această linie şi fixarea unei orientări în activitatea de viitor a inginerilor şi tehnicienilor care lucrează în industria electrotehnică.

Nu trebuie să uităm că sîntem în preajma începerii pregătirii unui plan de perspectivă de lungă durată, şi că liniile de dezvoltare tehnică, bazate pe experienţa de pînă acum, pot influenţa în bună măsură întocmirea unui asemenea plan.

2. *Principalele sarcini tehnice ce se pun industriei electrotehnice* pentru perioada imediat următoare sînt :

— Modernizarea, prin ameliorarea sau reasimilare a unui număr mare de produse pentru a le aduce la caracteristici şi calitate corespunzătoare nivelului mondial, mergîndu-se în special pe linia creării de serii unitare de produse.

— Introducerea în producţie a unor categorii de produse mai ales în domeniul radiotehnicii şi telecomunicaţiilor, care nu s-au dezvoltat suficient pînă acum, cum sînt : centralele telefonice automate, piesele radio, echipamentele pentru centralizarea staţiilor de cale ferată şi altele.

— Organizarea tehnologică a producţiei şi introducerea tehnologiei moderne care să asigure afară de calitatea corespunzătoare producţiei, ridicarea productivităţii şi scăderea preţului de cost.

— Utilizarea materialelor electrotehnice noi, fie că este vorba de materiale izolante sintetice moderne cu caracteristici termice şi izolante superioare, fie că este vorba de materiale feromagnetice mai economice şi cu calităţi mai bune.

3. Principalele probleme tehnice ce se pun industriei electrotehnice de curenţi tari sînt următoarele:

3. 1. În producţia de *maşini electrice* şi *transformatoare* principalul accent se pune pe crearea unor serii unitare, cu greutăţi şi gabarite mai reduse decît cele actuale.

Este de menţionat reproiectarea seriei de transformatoare pînă la 1 600 kVA în execuţie cu cupru şi aluminiu cu tendinţa de a folosi tabla silicioasă cu pierderi de 1 W/kg. Executarea acestei serii după noul flux tehnologic din noile hale ale fabricii Electroputere va asigura o producţie de calitate.

Reproiectarea seriei de motoare asincrone normale de la 0,6 la 100 kW cu o scară mărită de 18 puteri şi cu gabarite mult reduse se face după tema unitară fixată în cadrul CAER în execuţie în cupru şi aluminiu. Reorganizarea producţiei pe baza unor principii tehnologice de fabricaţie de serie mai ales la fabrica Electroprecizia va aduce o reducere considerabilă a manoperii specifice.

Trebuie să se grăbească introducerea în producţie a seriei unitare de maşini sincrone care să permită importante economii în exploatare.

Noile serii de maşini şi transformatoare se bazează pe utilizarea de materiale active şi izolante superioare şi pe folosirea aluminiului în alternativă cu folosirea cuprului.

3. 2. În domeniul producţiei de *aparate electrice*, efortul imediat este îndreptat spre asigurarea industriei energetice cu echipamentul de 110 kV (întreruptoare, transformatoare de măsură) şi cu descărcătoare cu rezistenţă variabilă.

Modernizarea aparatelor de întrerupere de înaltă tensiune merge pe linia introducerii comenzilor cu aer comprimat în locul celor cu solenoid, mai scumpe ca investiţii şi exploatare, şi pe linia completării seriei de întreruptoare cu ulei puţin.

Transformatoarele de măsură trebuie să fie modernizate prin introducerea construcţiei cu răşini de turnare (epoxidice) ceea ce va reduce gabaritele şi consumurile de materiale.

Aparatele de întrerupere actuale de joasă tensiune se reproiectează pe ideea unor serii unitare cu elemente constructive comune tehnologice şi cu siguranţă ridicată în exploatare.

Pentru toată fabricaţia de aparate de joasă tensiune trebuie introdusă o tehnologie de fabricaţie de serie corespunzătoare.

3. 3. Tendinţa modernă de înlocuire a tracţiunii cu abur cu *tracţiune electrică* şi *diesel electrică*, care s-au dovedit mult mai economice, se manifestă în ţara noastră prin adaptarea planului de dieselizare şi apoi electrificare a căilor ferate.

Industria electrotehnică are ca primă sarcină să însuşească încă în acest cincinal producţia de locomotive Diesel electrice de 2000 CP — după licenţă străină, printr-o largă cooperare cu alte uzine.

Însuşirea fabricaţiei de locomotive electrice va fi o etapă ce va urma imediat după însuşirea locomotivei diesel-electrice.

Organizarea acestei producţii în scurt timp la fabrica „Electroputere" va dezvolta această fabrică ridicînd-o la nivelul celor mai mari uzine constructoare de maşini din ţara noastră.

Trebuie continuate lucrările de experimentare a sistemului de comandă automată a locomotivelor diesel electrice pe bază de amplificatoare magnetice, elaborată în R.P.R.

În tracţiunea urbană industria electrotehnică trebuie să asigure încă din anul viitor echipamentul electric pentru un troleibus de tip mijlociu.

3. 4. În domeniul fabricaţiei de *acumulatoare* şi *pile electrice* prima sarcină este de a ridica — la nivelul calităţii cerute de recomandările internaţionale — calitatea lor, în special la pile electrice. Tehnologia acestor produse trebuie ameliorată atît în vederea obţinerii calităţii cît şi în vederea măririi capacităţii de producţie a instalaţiilor existente. În acelaşi timp trebuie dată o deosebită atenţie obţinerii de materiale de calitate corespunzătoare, condiţie a ridicării calităţii. Va trebui introdusă în producţie fabricaţia de pile plate care au un consum mai mic de materiale, al căror proces tehnologic este experimentat.

3. 5. Principalele sarcini din industria de *cabluri* şi *conductoare electrice* sînt următoarele:

— introducerea în fabricaţie a conductoarelor de instalaţii cu izolaţie din policlorură de vinil, în cantităţi suficiente industriei construcţiilor, astfel ca să se reducă consumul de tuburi izolante în instalaţiile electrice;

— asimilarea fabricaţiei de sîrmă de bobinaj din cupru şi aluminiu pentru clase de izolaţie superioare — condiţie a obţinerii unor maşini electrice cu caracteristici ridicate;

— economisirea de cupru prin înlocuirea cu aluminiu în continuare în construcţia de cabluri şi conductoare;

— înlocuirea mantalei de plumb de la cablurile de forţă cu manta de aluminiu ceea ce va duce la economisirea a sute de tone de plumb;

— utilizarea într-un viitor mai îndepărtat a izolaţiilor sintetice superioare, polietilena, tetrafluoretilena cum şi înlocuirea mantalei metalice cu manta din materiale plastice.

3. 6. Ceramica electrotehnică trebuie să fie produsă în cantităţi mai mari prin eliminarea strangulărilor din actualul proces tehnologic.

Trebuie să se introducă în producţie fabricarea steatitei a cărei proces tehnologic este pus la punct în fază semiindustrială realizîndu-se investiţiile relativ modeste cerute de această nouă producţie, care trebuie să asigure ridicarea calitativă a aparatajului de joasă tensiune şi pentru instalaţii interioare.

3. 7. Foarte curînd trebuie să înceapă producţia de *condensatoare de forţă* care au procesul tehnologic stabilit în fază semiindustrială şi pentru care sînt în curs investiţiile necesare.

Se va putea acoperi astfel un gol de mult simţit de către consumatorii de energie electrică şi se vor putea face mari economii în instalaţiile şi consumul de energie electrică.

3. 8. În producţia *bunurilor de larg consum*, produsele electrotehnice ocupă un loc destul de mic — 13% din bunurile de larg consum industriale produse în 1957 sînt electrotehnice, ceea ce faţă de alte ţări este destul de puţin. Trebuie menţionat, de exemplu, că în R.D.G. acest procent a fost de 24% în 1956.

Acest procent redus se datoreşte încă calităţii uneori nesatisfăcătoare a produselor, mai ales în ce priveşte finisajul, cum şi lipsei din nomenclator a unor producţii importante ca de exemplu frigidere, maşini de spălat rufe, aspiratoare.

Va trebui ca o dată cu îmbunătăţirea continuă a calităţii actualelor produse de larg consum să se studieze noi produse utile şi accesibile consumatorilor.

Trebuie continuată acţiunea de modernizare a aparatelor pentru instalaţii interioare (întreruptoare, comutatoare etc.) complet depăşite azi de cerinţele calitative ale consumatorilor.

3. 9. Materialele izolante electrotehnice care condiţionează calitatea întregii producţii vor trebui

să fie îmbunătăţite calitativ şi dezvoltate ca sortiment.

Colaborarea cu industria chimică va trebui să ne asigure materialele noi izolante ca răşini epoxidice, lacuri de tip izoperlon, răşini polivinilice, polietilenă etc.

4. Să trecem în revistă şi sarcinile care se pun industriei radiotehnice şi de telecomunicaţii din ţara noastră. Trebuie menţionat că această ramură a industriei s-a dezvoltat mai încet faţă de electrotehnica curenţilor tari unde s-a pus accentul pe primul cincinal şi trebuie recuperată această întîrziere cît de curînd, dacă ţinem seama de rolul imens jucat de radiotehnică şi de telecomunicaţii în industria modernă şi în ridicarea nivelului cultural al poporului.

4. 1. În domeniul aparaturii pentru *telefonie*, trebuie să trecem într-un termen foarte scurt la fabricarea centralelor telefonice automate. În primul rînd vor trebui executate centrale de tipul centralelor în funcţiune în ţară, Rotary 7 D pentru a asigura extinderea imediată a reţelei telefonice şi în continuare după căpătarea experienţei necesare va trebui trecut la însuşirea tipului de centrale automate pe bază de selector multiplu cu coordonate (tip Crossbar), cu sau fără comenzi electronice.

Pentru această din urmă etapă s-a început o frumoasă colaborare internaţională între ţările de democraţie populară în cadrul CAER.

Industria telefonică din ţara noastră are de asemenea sarcina de modernizare a aparaturii de abonat, în special a telefonului automat, însuşindu-şi noi tipuri cu caracteristici care să corespundă noilor performanţe.

4. 2. În domeniul fabricaţiei de *aparate de radio* în afară de însuşirea în fiecare an a tipurilor fabricate, sarcina principală constă în însuşirea aparaturii de recepţie cu modulaţie în frecvenţă şi în fabricarea de televizoare, bineînţeles într-o primă etapă cu o largă colaborare cu furnizorii de piese din exterior.

Fabricarea aparatelor la baterie cu semiconductoare trebuie să fie în atenţia noastră, ea simplifică problema atît de grea a consumului de baterii electrice.

4. 3. O menţiune cu totul specială o formează fabricarea de *piese radio* fără de care întreaga industrie de curenţi slabi este tributară importului.

Piesele radio ce se fabrică azi fie că trebuie îmbunătăţite calitativ — ca de exemplu difuzorul — fie ca producţia lor trebuie pusă pe bază de fabricaţie de serie mare (comutatoare, condensatorul variabil, condensatoare cu hîrtie).

Trebuie organizată fabricaţia de rezistenţe, condensatoare electrolitice şi ceramice, cît mai urgent posibil. În acest domeniu va trebui să adoptăm cele mai moderne construcţii, procurînd utilajele, echipamentele şi licenţele necesare dacă va fi nevoie.

Va trebui axată producţia de aparate moderne de serie mare pe tehnica cablajelor şi circuitelor imprimate, pentru a obţine aparate ieftine cu mare productivitate în fabricaţie.

Dezvoltarea prevăzută pentru fabrica Radio Popular în anii următori trebuie să asigure în special aceste scopuri.

Studiul semiconductoarelor şi a dispozitivelor cu semiconductoare (diode, transistori) în special pe bază de siliciu, trebuie continuat foarte viu, pentru a trece în următorii ani cel puţin la o producţie semiindustrială.

De asemenea studiul materialelor feromagnetice, tari şi moi, în special a feritelor, început cu succes în ţara noastră trebuie continuat pentru obţinerea produselor de calitate necesare industriei de curenţi slabi. În special fabricarea magneţilor permanenţi pe bază de ferite trebuie să se dezvolte şi să se obţină magneţi cu calităţi superioare şi cu volum redus.

4. 4. Produsele din tehnica vidului sînt reprezentate în ţara noastră în special prin fabricaţia de becuri electrice.

Deci efortul principal trebuie îndreptat spre îmbunătăţirea calităţii, în special a duratei de viaţă şi a eficacităţii luminoase care trebuie adusă la nivelul standardului internaţional.

Introducerea iluminatului fluorescent, mult mai economic şi calitativ superior, face necesară însuşirea încă în acest cincinal a fabricaţiei în serie mare a tuburilor fluorescente. Foarte curînd vor fi procurate instalaţiile necesare, între timp făcîndu-se pregătirile în cadrul laboratoarelor şi semiindustrial.

Începuturile făcute cu introducerea lămpilor infraroşii în tehnica uscării trebuie continuate atît din partea fabricilor producătoare cît şi din partea industriei consumatoare.

5. Problema automatizării deşi o tratăm la urmă este departe de a fi cea mai puţin importantă.

Rolul industriei elctrotehnice şi a electronicii în automatizări nu mai este necesar să fie subliniat. Aportul de pînă azi al industriei electrotehnice din ţara noastră în problema automatizărilor este încă destul de redus.

Realizarea în ultimul timp pe bază de proiecte originale a unor elemente de automatizare destul de delicate, cum ar fi amplificatoarele rotative şi magnetice, deşi a rezolvat unele probleme imediate, nu poate fi considerată decît un început.

De aceea va fi necesar şi considerăm posibil ca în perioada imediat următoare, să se dezvolte rapid capacitatea de concepţie şi proiectare a instalaţiilor complexe de automatizare pentru utilizări industriale diverse, cum şi să se creeze condiţii fabricării în serie a elementelor tip necesare acestor instalaţii: contactoare, relee, amplificatoare magnetice şi rotative, servomotoare etc. În cadrul acestor sarcini un rol important îi revine în prezent Institutului de cercetări electrotehnice.

★

În întreaga dezvoltare a economiei tuturor ţărilor, electrificarea capătă un rol din ce în ce mai mare. Acest rol este şi mai important în ţările socialiste care îşi dezvoltă economia lor naţională după planuri armonioase puse în slujba ridicării nivelului

de trai al poporului. Industria electrotehnică reprezintă baza materială pentru electrificarea economiei naţionale şi producţia ei trebuie să se dezvolte în acelaşi ritm sporit.

Inginerii şi tehnicienii au datoria de onoare să contribuie cu cunoştinţele, cu munca lor, la mersul înainte a acestei ramuri industriale, la ridicarea nivelului tehnic a produselor electrotehnice, la ieftinirea lor, la ridicarea productivităţii muncii în industria electrotehnică.

Noi aşteptăm de la Secţia electricitate şi electrotehnică a Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor mobilizarea largă a forţelor tehnice din industria electrotehnică în vederea atingerii acestor ţeluri, dezbaterea şi soluţionarea pe linia celor mai noi tehnici a problemelor importante de ridicare a nivelului tehnic şi de dezvoltare a producţiei, formarea noilor cadre şi perfecţionarea continuă a cadrelor cu experienţă prin cursuri de ridicare a calificării şi alte metode.

Credem că actuala conferinţă a electricienilor reprezintă un pas înainte pe linia schimbului de experienţă tehnică, un mijloc însemnat, în vederea dezvoltării şi introducerii tehnicii noi în industria noastră electrotehnică, radiotehnică şi telecomunicaţii.

Raport asupra desfăşurării lucrărilor în secţia a II-a Electrotehnică a Conferinţei electricienilor

GHEORGHE LAZARIDE — Bucureşti *)

CZ 621.3 : 069.8(439)

Prin numărul rapoartelor prezentate (46) cît şi prin numărul şedinţelor de lucru (4) secţia a II-a Electrotehnică s-a dovedit a fi cea mai încărcată.

Atît referenţii care şi-au prezentat referatele, cît şi participanţii la discuţii — destul de numeroşi (75) — au adus completări preţioase lucrărilor, faţă de forma în care au fost multiplicate, menţionînd mai ales completările survenite de la data întocmirii lor pînă la data ţinerii conferinţei. Aceasta dovedeşte ritmul viu în care se perfecţionează şi se dezvoltă lucrările de introducere a tehnicii noi în industria electrotehnică. O contribuţie însemnată au adus-o la lucrările conferinţei cele patru referate prezentate peste programul iniţial, de către invitaţii noştri din ţările prietene. Menţionez aici expunerea oaspetului nostru din R. P. Ungară Dr. I. Urbanek, asupra metodelor de cercetare tehnico-ştiinţifică şi a celor mai importante realizări ale Institutului de cercetări electrotehnice din ţara prietenă; de asemenea este de menţionat că el a cuprins aproape toate domeniile discutate în secţia noastră.

La *grupa de materiale*, principalele discuţii s-au dus în jurul referatelor ce tratau problemele de *materiale izolante*, lucru lesne de explicat dacă ţinem seama de importanţa noilor materiale izolante pentru obţinerea de produse electrotehnice cu caracteristici superioare.

În primul rînd, s-a discutat amplu asupra calităţii lacurilor izolante şi a produselor de mica, discuţii duse între fabricanţi şi utilizatori, reieşind necesitatea instruirii consumatorilor asupra domeniilor de utilizare şi a tehnologiei de izolare a lacurilor şi a celorlalte produse izolante fabricate în prezent. S-a propus ca cercurile A. S. I. T. îndrumate de Secţia energetică şi electrotehnică a Consiliului Central A. S. I. T. să contribuie la acest schimb de informaţii tehnice. S-a discutat de asemenea şi s-a propus să se studieze fabricarea hîrtiei de mica, continuîndu-se lucrările începute şi apelînd la colaborarea cu industria avansată în acest domeniu din ţările prietene.

Din expunerile suplimentare ale referenţilor s-a desprins tendinţa de a se însuşi fabricaţia de lacuri de impregnare emulsionate cu apă, lac mult mai economic şi mai potrivit tehnologiei de impregnare, o dată cu tendinţa generală de a elabora lacuri pe bază de răşini sintetice cu conţinut redus de răşini vegetale (lacuri epoxidice, tereftalice, vinilice, pentru sîrma email şi altele).

Dezbaterea referatelor privitoare la *materiale magnetice* — referate care au arătat stadiul destul de avansat în care se găseşte industria noastră de magneţi permanenţi şi cercetările în acest domeniu — a făcut să se desprindă două direcţii principale pentru dezvoltarea elaborării de astfel de materiale:

— întîi studierea mai departe a tehnologiei magneţilor oxiceramici, pentru ridicarea calităţilor lor magnetice, pe calea obţinerii de magneţi anizotropici;

— al doilea, studiul magneţilor anizotropici pe bază de aliaje de aluminiu nichel, pentru a micşora consumul de materiale deficitare în cazurile în care magneţii de acest tip nu pot fi înlocuiţi cu magneţi oxiceramici.

Se mai remarcă, de asemenea, necesitatea de obţinere a magneţilor sinterizaţi în instalaţii existente şi a obţinerii de noi aliaje cu materiale nedeficitare.

În domeniul *materialelor ceramice* s-a menţionat necesitatea introducerii în producţie a steatitei, care

*) Conf. Ing. Gh. Lazaride este Vicepreşedintele secţiei Energetică şi Electrotehnică a Consiliului Central ASIT.

are o bază de materii prime importante, obținîndu-se calitatea materiei prime prin sortarea îngrijită la mină și realizîndu-se o linie tehnologică separată la actuala fabrică de materiale ceramice.

La grupa *mașinilor electrice*, discuții mai importante s-au purtat cu privire la transformatoarele mari de 110 kV cu reglaj sub sarcină, care s-au realizat în țară cu construcții originale de bobinaje ce au dus la economii importante în greutăți și gabarite.

Două comunicări ale tovarășilor din U.R.S.S. Mihnevici și Popisliev, au completat golul în lotul nostru de referate cu privire la mașinile rotative mari, tratînd problemele de obținere a puterilor mari la turbogeneratoare prin răcire forțată și probleme de stabilitate a generatoarelor.

S-au creat apoi o serie de construcții noi de mașini speciale, din care a reieșit interesul important pe care unele dintre ele îl prezintă pentru producția industrială.

Din această categorie fac parte micromotoarele fără stator bobinat, economice și cu larg cîmp de aplicare.

Instalații moderne de impregnare în funcțiune în țara noastră, au fost prezentate și analizate în această grupă.

Generatorul de 8 000 Hz pentru tratamente termice realizat cu mijloace la îndemînă în fabricile noastre, se înscrie de asemenea printre aceste realizări importante.

Problemele tehnologice au ocupat un loc important în discuții, arătîndu-se calea de mers pentru fabricarea mașinilor electrice mici și mijlocii, mergîndu-se pe procedee moderne ca: montaj pe bandă cu ritm impus, bobinarea pe pachet separat, impregnare în conveier și altele.

Folosirea aluminiului a fost exemplificată prin construirea seriei de transformatoare de sudură în aluminiu, serie economică, care este deja în fabricație.

S-a subliniat necesitatea calculelor tehnico-economice care să justifice introducerea în producție a unor cercetări din institutele de cercetări și institute, ca de exemplu redresoarele cu mercur realizate ca prototip în unul din institutele de învățămînt superior.

La grupa de *aparate electrice* referatele au reflectat tendința de a se merge pe linia unei proiectări de serii unitare de produse. S-au prezentat noua serie de întreruptoare automate în aer de la 10 la 1 000 A, în curs de construcție la Electro Aparataj, arătîndu-se deja rezultate ale încercărilor de prototipuri, rezultate care permit realizări grabnice.

De asemenea, s-a expus construcția seriei de aparate de întrerupere antigrizutoase, examinîndu-se mai ales posibilitatea folosirii lor în alte medii explozive, problemă foarte actuală pentru industria noastră chimică.

Rezultatele obținute în experimentarea condensatoarelor de forță fabricate semiindustrial, duc la concluzia că — toate condițiile tehnice fiind create — această fabricație să fie cît mai curînd începută.

Domeniul *măsurătorilor electrice* a fost reprezentat prin prezentarea și discutarea a unor frumoase instalații de măsură cu o instalație de încercat magneți permanenți și un analizor armonic.

Contribuțiile teoretice în unele metode de măsură au fost apreciate de inginerii din producție care au cerut ca aceste metode să le fie puse la dispoziție sub o formă ușor întrebuințabilă în producție, pentru a-i ajuta în rezolvarea problemelor ce li se pun în încercările produselor electrotehnice.

Discuții interesante au fost făcute în jurul celor mai potrivite metode de a măsura factorul de putere medie și energie reactivă în rețelele trifazate.

Menționăm interesanta realizare prezentată de oaspetele nostru din R.P.F. Iugoslavia ing. Protici, cu privire la un milivoltmetru cu tuburi electronice, realizat în laboratoare ale institutelor de învățămînt.

În domeniul *electrovidului*, prezentările și discuțiile s-au dus aproape exclusiv în jurul lămpilor cu filament incandescent. Aceste discuții sînt explicabile prin faptul că deocamdată problemele noastre curente sînt din domeniul îmbunătățirii și dezvoltării acestor fabricații.

Discuțiile s-au referit în special la metodele de a ridica nivelul calitativ atît al lămpii ca produs finit, cît și al subansamblelor din care este formată, mai ales a pieselor de sticlărie.

De asemenea s-au arătat domeniile importante în care poate fi extinsă folosirea lămpii cu radiații infraroșii.

Comunicările și discuțiile au arătat că există mari posibilități de perfecționare și de dezvoltare chiar în acest domeniu destul de vechi — al iluminatului, al lămpii cu incandescență.

Desigur domeniul atît de vast al preocupărilor electro-tehnicienilor și timpul scurt pe care conferința l-a avut la dispoziție n-au permis să fie atacate decît o parte din problemele actuale ale electrotehnicii din țara noastră.

Astfel au lipsit complet referate în domenii importante cum ar fi: acela al *echipamentului de tracțiune electrică* — care se cunoaște cu precizie azi de un cerc larg de ingineri din R.P.R., sau acela al *cablurilor electrice* unde problemele de introducere a tehnicii noi sînt foarte actuale.

Cu toate acestea, discuțiile în jurul problemelor atacate au arătat actualitatea lor și, de asemenea, nevoia de a avea largi schimburi de păreri cel puțin periodic în jurul realizărilor tehnice cele mai importante.

Cred că toți participanții la lucrările secției au putut să-și formeze o părere asupra liniilor moderne de dezvoltare, cel puțin a unor domenii ale electrotehnicii și ce avem de făcut la noi în țară pentru a asigura progresul tehnic continuu în acest domeniu.

Organizarea, domeniul şi unele rezultate ale lucrărilor de cercetare electrotehnică în R.P Ungară*)

Dr. J. URBANEK
Directorul Institutului de cercetări electrotehnice din Budapesta

Conferinţa Profesorului Dr. Urbánek relatează realizările variate şi remarcabile ale Institutului de cercetări electrotehnice al Departamentului Industriei Grele din Budapesta.

Sectorului materialelor electrotehnice i s-a dat din timp importanţa pe care o merită. S-au realizat o serie de materiale izolante noi pe bază de deşeuri de mică sau polivinil, cu performanţe care egalează cele mai bune rezultate atinse în ţările industriale înaintate. Îmbinările sinterizate aluminiu-cupru foarte reuşite au devenit un bun articol de export, mult apreciat. Instalaţia de măsurarea continuă şi înregistrarea automată a parametrilor tolelor magnetice în cursul laminării este o realizare originală care a dat cele mai bune rezultate.

În sectorul aparatelor, realizările se referă mai ales la dezvoltarea prototipurilor noi, la studiul şi construcţia instalaţiilor complexe, inclusiv a celor automate, şi la echipamente complete pentru industria grea şi a căilor ferate electrice. În acest domeniu sînt de remarcat transfermetrul cu generator rotativ de frecvenţă variabilă şi echipamentul electric al puternicii locomotive electrice fabricate la Clement Gottwald (Ganz), a unor linii de laminare, a unor strunguri carusel etc.

Aceste cîteva exemple nu pot da decît o imagine slabă a plenitudinii de probleme de cercetare atacate şi rezolvate de institut.

Succesul este asigurat, mai ales prin dirijarea cercetărilor înspre obiectivele mari ale planului de stat, prin crearea de materiale, dispozitive şi maşini noi ce se pot exporta şi prin colaborarea strînsă cu industria producătoare.

cz 621.3 : 061.3(R

Înainte de a aborda subiectul pe care mi-am propus să-l expun, cred că este util să spun cîteva cuvinte asupra evoluţiei cercetărilor ştiinţifice în Ungaria.

Istoricul dezvoltării cercetării ştiinţifice industriale în Ungaria poate fi împărţit în trei perioade :

Prima perioadă — care a durat pînă la sfîrşitul celui de al doilea război mondial — este caracterizată prin condiţiile antebelice, şi anume : regim capitalist, întreprinderi particulare, dintre care un mare număr strîns legate de marile întreprinderi străine, condiţii care, nu favorizau dezvoltarea cercetărilor indepedente în ţara noastră. Întreprinderile industriale din ţara noastră puteau, desigur, să tragă anumite avantaje din rezultatele cercetărilor firmelor străine; deci ele nu aveau în majoritatea cazurilor nici interesul, nici posibilitatea practică de a dezvolta laboratoare de cercetări. Astfel, în această primă perioadă, în domeniul electricităţii, afară de laboratoarele universităţii şi afară de cîteva laboratoare uzinale de importanţă minoră, nu existau decît două laboratoare de cercetări de o importanţă comparabilă cu cea a laboratoarelor străine din aceeaşi perioadă. Este vorba de laboratorul Societăţii reunite de lămpi cu incandescenţă (Tungsram) şi de laboratorul de cercetări al poştelor şi telegrafului.

O a doua perioadă, de tranziţie, a durat de la sfîrşitul celui de al doilea război mondial pînă în anul 1949, data unei hotărîri a Consiliului de Miniştri, care a dispus înfiinţarea unei întregi serii de comisii, de laboratoare centrale şi institute de cercetări de stat, în majoritatea domeniilor mai importante ale vieţii ştiinţifice şi industriale din ţara noastră. În această perioadă de tranziţie, a apărut imperios necesitatea de a găsi o soluţie a dublei probleme care se punea, şi anume : organizarea unei industrii independente, deci fără legăturile care existaseră cu industria străină, şi necesitatea de a dezvolta o industrie mult mai mare decît cea existentă înaintea celui de al doilea război mondial. În această conjunctură s-au făcut unele tentative de a rezolva problema cercetărilor, ca de exemplu, cea a Atelierelor de construcţii electrice Ganz (astăzi Clement Gottwald) care şi-au organizat o secţie de încercări şi cercetări căruia am avut onoarea de a-i fi primul şef.

O soluţie organică a problemei n-a fost totuşi decît în *a treia perioadă* marcată prin hotărîrea menţionată din 1949, care a dispus înfiinţarea laboratoarelor şi a institutelor de cercetări academice şi industriale necesare. În cadrul acestei hotărîri au fost înfiinţate două organizaţii de cercetări în domeniul electrotehnicii curenţilor tari. Acestea au fost: una în sectorul energiei electrice, denumită actualmente Institutul de cercetări al energiei electrice, iar alta în sectorul industriei electrotehnice, denumită actualmente Institutul de cercetări de electrotehnică, a cărui răspundere am fost însărcinat să o preiau.

Primul institut se ocupă de probleme energetice, privind distribuţia şi transportul de energie electrică, interconectarea, protecţia reţelelor etc. ; al doilea, se ocupă de dezvoltarea tuturor sortimentelor de produse electrotehnice fabricate de industria

*) Raport prezentat la Conferinţa Electricienilor.

electrotehnică, inclusiv materialele izolante, semiconductoare, conductoare şi magnetice (exceptînd problemele de producţie siderurgică pentru metale şi producţia de materiale de bază în industria chimică). Afară de aceste două institute de cercetări

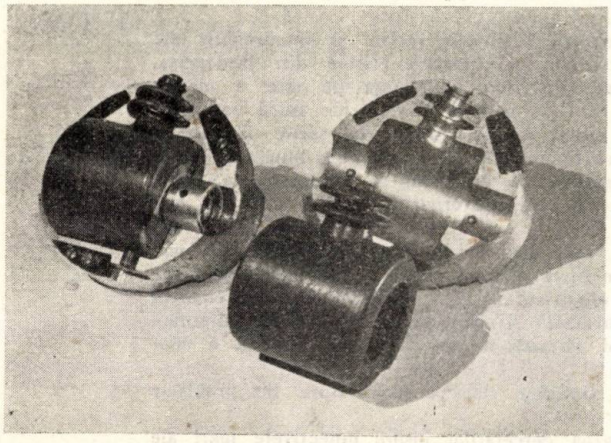


Fig. 1. Transformator de măsură cu izolaţie turnată din poliester.

din domeniul curenţilor tari, mai există alte două institute pentru domeniul telecomunicaţiilor.

Concomitent, un număr de catedre universitare de la Universitatea de ştiinţe tehnice se ocupă în oarecare măsură de cercetări electrotehnice, avînd de preferinţă un aspect teoretic.

Nu există un institut academic de cercetări electrotehnice. Nu sînt decît două grupe academice însăr-

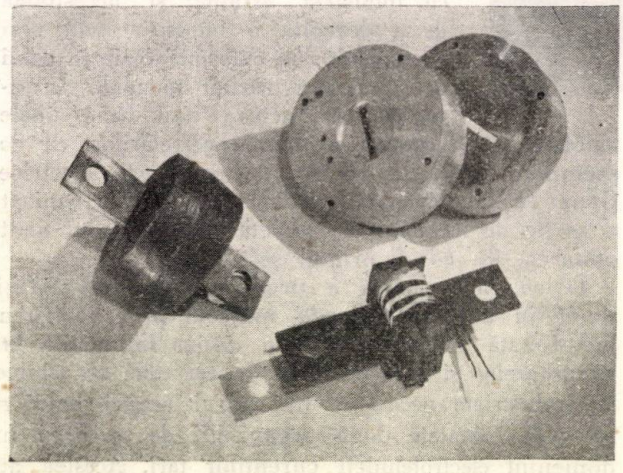


Fig. 2. Transformator de măsură cu izolaţie turnată din poliester.

cinate cu cercetări în automatică respectiv cibernetică. Dimpotrivă, există un institut central de cercetări în fizică de dimensiuni destul de importante, chiar şi în relaţie internaţională.

Dintre institutele de cercetări industriale, altele decît cele electrotehnice, dar care fac de asemenea cercetări care interesează îndeaproape pe electricieni, citäm:

— Institutul de cercetări termotehnice, care se ocupă de problemele termotehnice ale producţiei de energie electrică.

— Institutul de cercetări al industriei de instrumente de măsură, a cărui sarcină principală este dezvoltarea instrumentelor electrice de măsură.

— Institutele de cercetări ale industriei chimice, care au sarcina cercetărilor asupra materialelor chimice care servesc, între altele, ca bază de producţie a materialelor izolante (ca materialele plastice, de exemplu).

— Institutele de cercetări ale industriei metalurgice, care au sarcina cercetărilor asupra metalelor conductoare şi aliajelor magnetice.

Existenţa tuturor acestor institute este promiţătoare, dar trebuie spus că mai rămîne destul de făcut pentru a atinge realmente scopul propus. Într-adevăr, în diferite sectoare nu există suficient personal specializat, în alte sectoare lipsesc anumite aparate sau instalaţiile sînt insuficiente. În sectorul electrotehnic, de exemplu, nu dispunem pentru moment de o staţie de încercări la scurtcircuit, puterea disponibilă pentru a efectua asemenea încercări în reţea este de asemenea foarte limitată, ceea ce ne obligă să facem un anumit număr de încercări în străinătate. Totuşi, trecînd peste aceste dificultăţi se poate rezuma situaţia afirmînd că dezvoltarea lucrărilor de cercetare în Ungaria, a cunoscut în aceşti ultimi ani un avînt care ar fi putut fi considerat de necrezut acum 20 de ani.

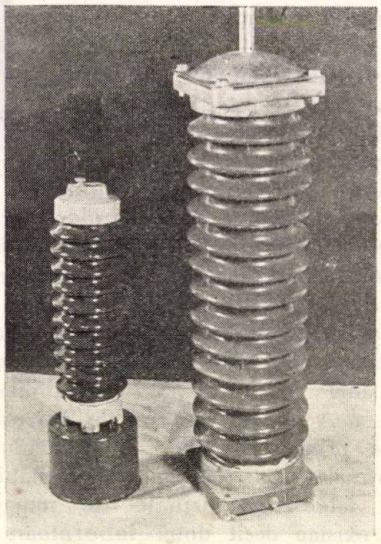


Fig. 3. Descărcătoare cu rezistenţe neliniare:

După aceste cuvinte asupra dezvoltării cercetării ştiinţifice şi industriale în Ungaria, îmi propun să abordez o problemă de interes mai general, şi anume: Care sînt scopurile care trebuie urmărite de către ţările mici în domeniul cercetărilor industriale?

Găsesc că răspunsul la această problemă este complex.

Unul din răspunsurile care trebuie date trebuie cu siguranţă formulat după cum urmează: Fiecare ţară trebuie să-şi rezolve singură propriile probleme, pentru că nimeni nu i le va rezolva. Dar trebuie imediat de completat acest răspuns cu un

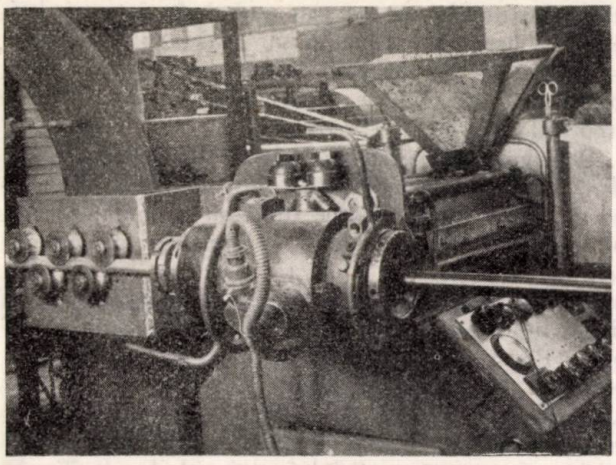


Fig. 4. Imbrăcarea mantalei de aluminiu a unui cablu, cu material plastic anticorosiv.

altul, care ar putea fi formulat în felul următor: Problemele care interesează mai multe ţări, trebuie rezolvate fie în colaborare, fie pe baza unei coordonări a cercetărilor ţărilor interesate. În acest sens s-au dus tratative în luna iunie a acestui an, la Moscova, între Uniunea Sovietică şi ţările de democraţie populară. Acordul care a rezultat este prima etapă a unei colaborări fructuoase, care urmează să mărească randamentul lucrărilor noastre de cercetări şi să micşoreze eforturile necesare pentru a obţine rezultatele dorite.

Un al treilea răspuns ar fi: trebuie să ne ocupăm înainte de toate, de problemele care fac parte din cadrul de dezvoltare naturală şi raţională ale ţării în chestiune, cu alte cuvinte trebuie să dezvoltăm înainte de toate acele sectoare industriale, care au o bază naturală, sau care au o anumită tradiţie în ţara respectivă, cum este de exemplu, industria de aluminiu şi industria electrotehnică în Ungaria. Dar aceasta nu exclude — dimpotrivă, aşi spune chiar că determină — ramuri noi care trebuie să fie create pentru a ajunge la o industrie globală care să corespundă cel mai bine necesităţilor întregii ţări.

Rămîne, însfîrşit problema eficacităţii, a organizării interne şi a metodelor de muncă, ce trebuie să fie introduse în institutele de cercetări industriale. Dat fiind că această problemă nu este de un ordin atît de general ca cea precedentă, voi încerca să răspund pe baza experienţei practice a institutului pe care-l conduc.

Este natural, că pentru buna funcţionare a unui institut trebuie să se dispună înainte de toate de o echipă de specialişti dotaţi şi foarte bine formaţi, dintre care un număr restrîns şi în general, mai vîrstnici, specialişti, care să cunoască în profunzime domeniul industrial special de care răspund şi care sînt destinaţi să susţină, înainte de toate, punctul de vedere industrial. O altă parte a cadrelor, mai numeroasă şi în general mai puţin vîrstnică, are sarcina cercetării propriu-zise în diferite ramuri ale electrotehnicii, ale chimiei izolanţilor, ale fizicii

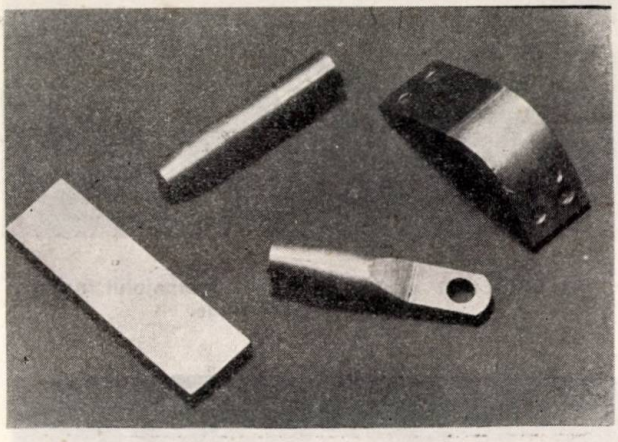


Fig. 5. Contacte de argint pe aluminiu fabricate prin sudură specială prin impulsiuni de curent.

semiconductoarelor etc. Această ultimă grupă poate fi împărţită în două categorii, şi anume: pe de o parte, cei pe care a-şi îndrăzni să-i numesc „producătorii de idei", de formaţiune intelectuală mai mult intuitivă, pe de altă parte, executanţii de înaltă calitate, care ar putea fi calificaţi ca „specialişti ai dezvoltării". Aceasta pentru că trebuie spus clar „geniile" nu realizează decît o parte din

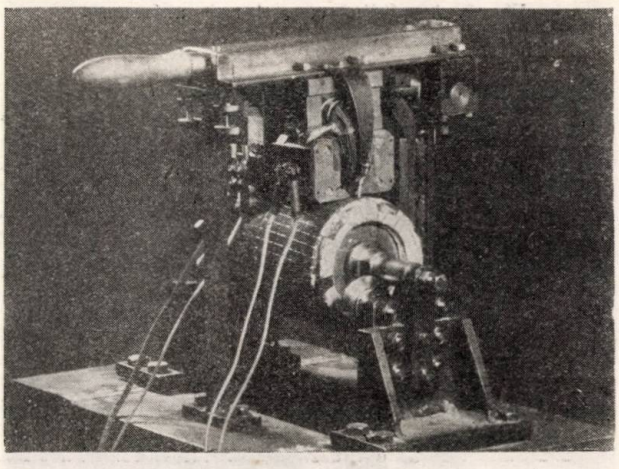


Fig. 6. Siguranţă fuzibilă de înaltă tensiune şi mare capacitate de rupere.

eficacitatea unui institut, cealaltă parte rezultă din munca susţinută a colaboratorilor executanţi, de o formaţie intelectuală diferită, dar nu mai puţin preţioasă şi utilă decît prima categorie.

A doua condiţie a eficacităţii este desigur înzestrarea tehnică a institutului.

Dar posibilităţile de mărire a eficacităţii institutului nu sînt epuizate prin nivelul acestor doi

factori, care rămîn desigur cei mai importanţi. Trebuie arătat, în primul rînd, posibilitatea de a lărgi numărul colaboratorilor cu ingineri, fizicieni

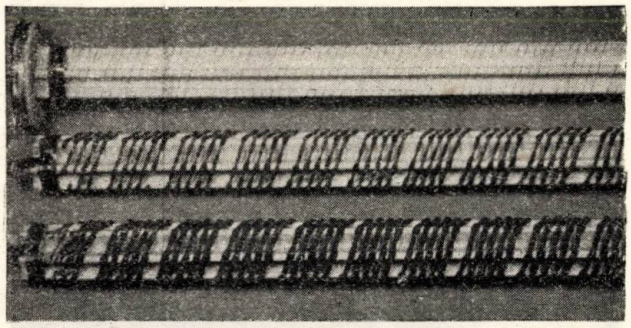


Fig. 7. Aparat pentru controlul bobinajului în bare a rotoarelor în colivie.

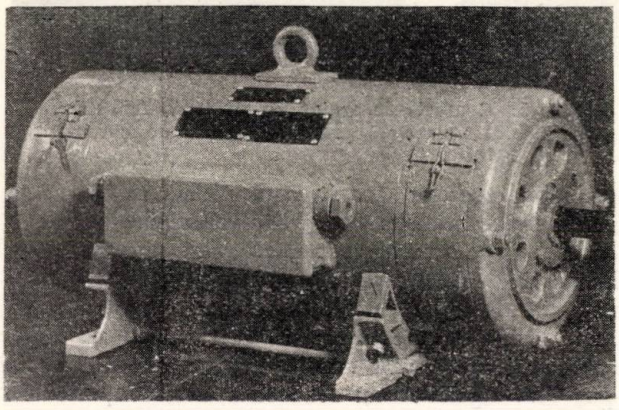


Fig. 8. Amplidină cu motor de antrenare.

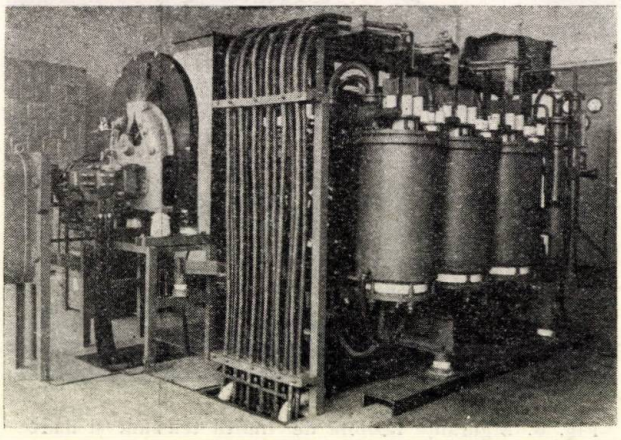


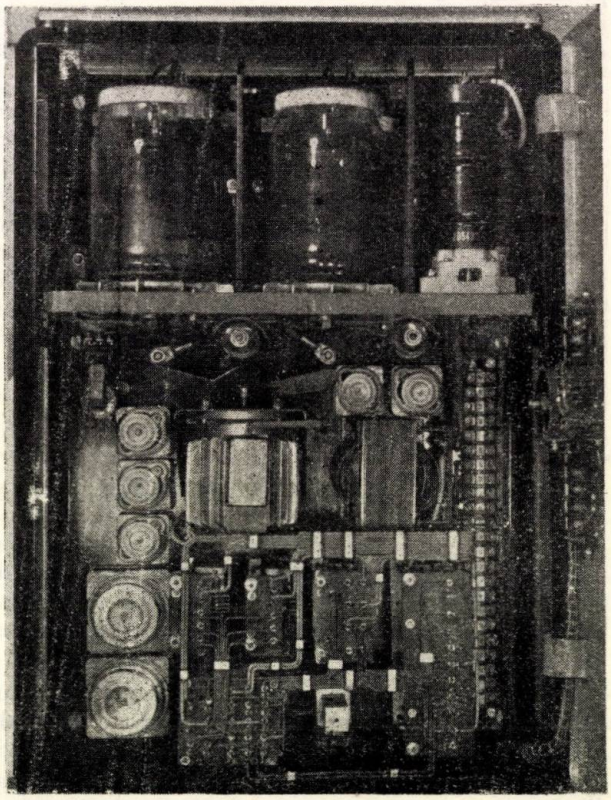
Fig. 9. Redresor tip RMNV, cu vapori de mercur.

etc., care lucrează în întreprinderi (acolo unde se va dori să se introducă, de exemplu, rezultatele cercetărilor respective), sau care aparţin altor institute de cercetări (de exemplu pentru lucrările complexe), sau cu colaboratori externi permanenţi, în cazul problemelor care ies din specificul propriu-zis al institutului (de exemplu microbiologi pentru problemele de tropicalizare). Această colaborare poate fi dezvoltată în anumite domenii pînă la o adevărată cooperare permanentă între anumite grupe de ingineri ai institutului şi cei ai uneia sau mai multor uzine.

În ceea ce priveşte înzestarea tehnică, colaborarea institutului cu una sau mai multe întreprinderi este de asemenea avantajoasă, mai ales în ce priveşte încercările denumite semiindustriale şi la introducerea rezultatelor cercetărilor în diferite întreprinderi.

Cel mai înalt grad de colaborare poate fi atins dacă se asigură colaborarea între institutul de cercetări, toate întreprinderile dintr-un anumit domeniu al industriei electrotehnice, organizaţia de proiectare a utilajelor de producţie destinate acestui domeniu al industriei şi, în fine, principalii clienţi ai domeniului considerat (de exemplu Ministerul Energiei, Poşta etc.) O asemenea colaborare a fost realizată la noi în domeniul industriei de cabluri. „Comisiunea noastră de cercetări pentru dezvoltarea cablurilor" — care este în acelaşi timp o comisie permanentă a oficiului naţional de planificare — reuneşte cercetarea, elaborarea, producţia şi beneficiarii. Eficacitatea acestei comisii constă înainte de toate în permanenţa ei, care asigură o activitate continuă, bine determinată, de către această colaborare complexă.

În ceea ce priveşte problemele ştiinţifice şi tehnice pe care trebuie să le rezolve institutul, se pot distinge două feluri de cercetări, şi anume: cercetări care urmăresc scopuri îndepărtate (de exemplu crearea unei noi ramuri industriale, a unei noi teh-



F.g. 10. Ignitroane.

nologii) şi cercetări care au ca scop rezolvarea unor chestiuni de actualitate imediată pentru industrie (de exemplu realizarea practică a unui reglaj automat într-o anumită problemă).

O a treia categorie reuneşte într-o anumită mă-

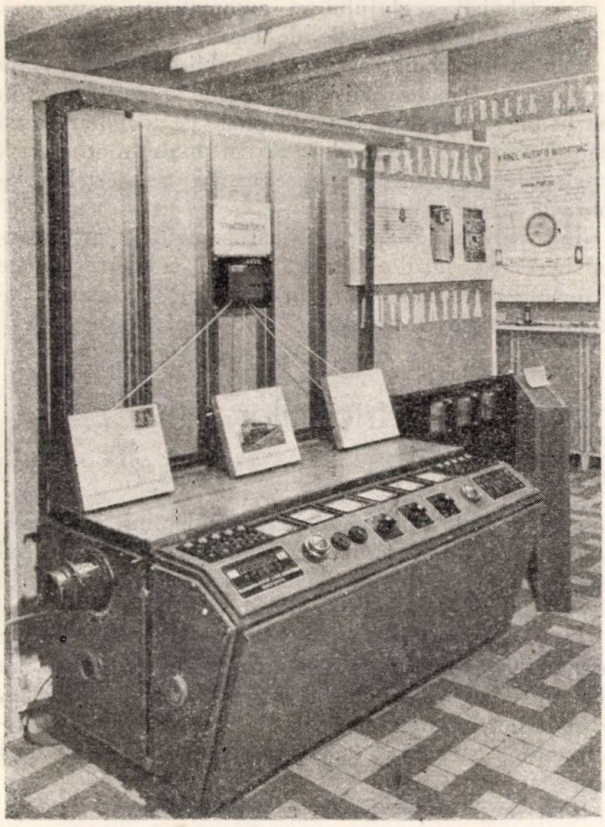


Fig. 11. Transfermetru pentru studiul oscilaţiilor sistemelor de reglaj.

În ce priveşte latura financiară a cercetărilor, noi dispunem pe de o parte de o contribuţie din partea statului, care finanţează în primul rînd cercetările de lungă durată, iar pe de altă parte, dife-

Fig. 12. Aparat de măsură pentru studiul comportării uleiurilor izolante sub acţiunea unui cîmp electric.

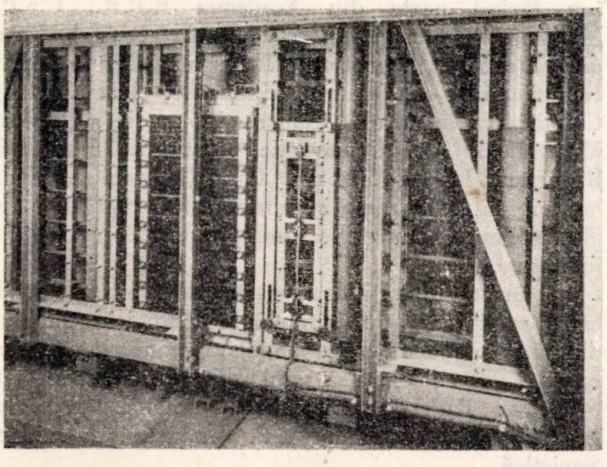


Fig. 13 a. Aparat pentru controlul continuu al producţiei de tole pentru transformatoare (ansamblu).

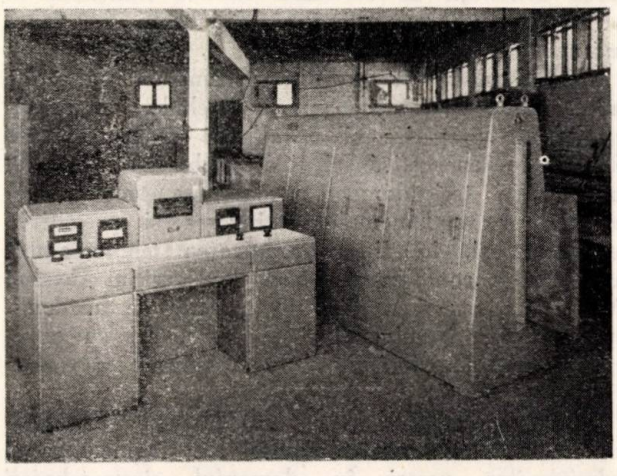


Fig. 13. b. Aparat pentru controlul continuu al producţiei de tole pentru transformatoare (interiorul sistemului de măsură)

sură caracteristicile celor două tipuri precedente de probleme, şi constă în perfecţionarea continuă a unui produs industrial (de exemplu descărcătoarele) ţinîndu-l în mod curent la nivelul tehnic mondial. Problemele din această categorie sînt adesea cele mai fructuoase.

ritele întreprinderi fac comenzi direct institutului, finanţînd lucrările respective, ceea ce asigură — ca să spunem aşa automat — introducerea rezultatelor cercetărilor în producţia industrială.

Aşi vrea să subliniez, în încheiere, importanţa documentaţiei bibliografice, inclusiv a brevetelor de

invenţii străine. Consultarea documentaţiei este mijlocul cel mai fructuos pentru cercetări tehnico-ştiinţifice.

După aceste cîteva consideraţii istorice, tehnice şi oarecum teoretice, să trecem la *realizările practice*.

Înainte de a începe proiecţia cîtorva fotografii care exemplifică un anumit număr de rezultate şi realizări ale institutului pe care-l conduc, aşi vrea să enumăr secţiile principale în care activăm. Institutul se ocupă de cercetări care au ca scop dezvoltarea:

— materialelor izolante organice şi anorganice şi tehnologia lor;

— materialelor semiconductoare şi a tehnologiei lor;

— conductoarelor şi a cablurilor;

— materialelor magnetice;

— problemelor speciale ale construcţiei maşinilor, transformatoarelor, a utilajelor de înaltă tensiune şi mare putere;

— redresoarelor;

— tehnicii reglajului şi automaticii;

— aparatelor speciale de măsură.

Pentru a încheia, aş vrea să subliniez încă o dată importanţa colaborării între ţările prietene şi în particular, necesitatea unui plan de colaborare şi coordonare a cercetărilor. Avem toate motivele să credem în consolidarea progresivă a acestei colaborări.

Îmi permit să sper, că am contribuit prin conferinţa mea, la dezvoltarea acestei colaborări între Asociaţiile noastre şi, prin aceasta, în interes comun, între ţările noastre.

Desfăşurarea lucrărilor Conferinţei electricienilor din Republica Populară Romînă

CZ 621.3 : (61.3(R)

Prima Conferinţă a electricienilor din Republica Populară Romînă organizată de Secţia de energetică şi electrotehnică a Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor (A.S.I.T.) cu sprijinul Ministerului Industriei Grele, Ministerului Transporturilor şi Telecomunicaţiilor şi al altor ministere interesate, s-a desfăşurat în zilele de 11—14 noiembrie 1957, sub semnul puternicii dezvoltări a industriei energetice, a industriei electrotehnice şi a telecomunicaţiilor în anii puterii populare. Scopul principal al conferinţei a fost de a contribui la răspîndirea şi valorificarea largă a realizărilor şi a cunoştinţelor tehnico-ştiinţifice de specialitate, cum şi la dezvoltarea activităţii de cercetare tehnico ştiinţifică în producţie, activitate care condiţionează în mare măsură progresul tehnic.

Conferinţa a fost pregătită în amănunt cu multe luni înainte de convocarea şi deschiderii ei. Activitatea de pregătire şi organizare desfăşurată de Secţia de energetică şi electrotehnică se poate împărţi în trei domenii : stabilirea tematicii şi principiilor fundamentale, strîngerea şi pregătirea referatelor şi, în fine, organizarea tehnico-administrativă a conferinţei. Afară de Consiliul Central A.S.I.T. a fost consultat un colectiv de academicieni, profesori universitari şi cercetători cu experienţă asupra principiilor de organizare a conferinţei.

Conferinţa a fost axată mai ales pe realizările concrete cu caracter original ale inginerilor şi tehnicienilor noştri în domeniul electrotehnicii teoretice şi aplicate, cu o evidenţiere a aplicării tehnicii noi şi a îmbinării cercetării ştiinţifice cu producţia industrială. S-a făcut un apel general la toţi inginerii electricieni la inovatori, tehnicieni specialişti, de a prezenta referate. Dificultăţile de a obţine, a examina, a pregăti şi a definitiva referatele au fost considerabile şi au determinat de fapt data conferinţei. Din cele 120 de referate prezentate s-au reţinut pentru a fi expuse un număr de 82 referate, care au îndeplinit condiţiile impuse de organizatori. Aceste referate nu includ expunerile cu caracter de conferinţe făcute de şefii departamentelor sau de invitaţii străini.

Lucrările conferinţei au fost împărţite pe şedinţe plenare şi şedinţe de secţii. Şedinţele plenare au fost rezervate deschiderii şi închiderii conferinţei, expunerilor oficiale, cuvîntărilor de salut ale reprezentanţilor străini şi ale delegaţilor unor instituţii importante.

S-au lansat invitaţii de a trimite delegaţi la conferinţă către toate ministerele şi departamentele cît şi către întreprinderile şi instituţiile interesate. Au participat în total 650 de delegaţi, reprezentînd sau făcînd parte din Academia R.P.R., C.S.P., Ministerul Industriei Grele, Departamentul Energiei Electrice, Ministerul Transporturilor şi Telecomunicaţiilor, Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei, Ministerul Construcţiilor şi Industriei Materialelor de Construcţie, Institutul Politehnic Bucureşti, Iaşi, Timişoara, Casa Centrală a Sindicatelor cît şi din întreprinderile energetice şi electrotehnice sau alte întreprinderi şi instituţii interesate.

În urma invitaţiilor lansate de către A.S.I.T. către organizaţii de ingineri şi tehnicieni similare din ţările de democraţie populară, conferinţa a fost onorată de delegaţi străini din următoarele ţări prietene : R.P. Bulgaria, R.D. Germană, R.P.F. Iugoslavia, R.P. Polonă, R.P. Ungară şi Uniunea Sovietică.

În cele ce urmează vom da o succintă trecere în revistă a evenimentelor mai importante ale conferinţei, care va cuprinde o scurtă expunere a desfăşurării şedinţelor plenare şi a celor pe secţii, a vizitelor şi a manifestărilor artistice şi sociale.

În sfîrşit, dăm rezumatele referatelor prezentate în Secţia II Electrotehnica.

Şedinţa solemnă de deschidere a avut loc în sala Teatrului C.C.S. din str. Lipscani la 11 no-

iembrie 1957 ora 17. Din prezidiul conferinţei au făcut parte : prof. dr. ing. St. Bălan, adjunct al ministrului Construcţiilor şi a Materialelor de Construcţii, vicepreşedinte al Consiliului Central A.S.I.T., ing. Gh. Gaston Marin, preşedintele Comitetului de Stat al Planificării, academician

Prezidiul Conferinţei electricienilor

prof. ing. I. S. Gheorghiu, preşedintele Secţiei a III-a a Academiei R.P.R., ing. N. Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele, D. Simulescu, adjunct al ministrului Transporturilor şi Telecomunicaţiilor, ing. Tiberiu Abrihan, adjunct al ministrului Industriei Grele, ing. I. Velea, adjunct al ministrului Industriei Petrolului şi Chimiei, prof. ing. C. Dinculescu, rectorul Institutului Politehnic din Bucureşti, prof. ing. M. Bercovici, preşedintele Secţiei Energetică şi Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., acad. prof. ing. C. Budeanu, acad. prof. ing. Vasilescu-Karpen, prof. ing. T. Tănăsescu, membru corespondent al Academiei R.P.R., dr. ing. A. Avramescu, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. O. Rusu, prim secretar al Consiliului Central A.S.I.T., ş. a. Tot în prezidiu au luat loc şi delegaţii organizaţiilor tehnice din străinătate.

Cuvîntul de deschidere a fost rostit de prof. dr. ing. St. Bălan, vicepreşedinte al Consiliului Central A.S.I.T., care a salutat reprezentanţii ministerelor, departamentelor, a instituţiilor de cultură şi învăţămînt, cît şi delegaţii sau participanţii din ţară şi din străinătate, urînd deplin succes lucrărilor conferinţei. Nerăbdarea cu care a fost aşteptată această conferinţă, pregătirea ei minuţioasă au fost răsplătite de participarea neobişnuit de largă, de numărul important de referate prezentate conferinţei şi de participarea invitaţilor străini. În acest sens conferinţa a corespuns unor cerinţe şi aspiraţii legitime ale masei electricienilor din ţara noastră, cerinţe pe care A.S.I.T. le-a sezisat în mod just. Amploarea conferinţei reflectă progresele esenţiale şi avîntul neobişnuit al industriei electroenergetice, electrotehnice şi al telecomunicaţiilor electrice în ţara noastră, ceea ce nu era posibil decît în condiţiile create de partid şi guvern în grija lor pentru industrializarea ţării şi sprijinirea progreselor în ştiinţă şi tehnică.

În cuvîntul său de salut, acad. prof. I. S. Gheorghiu a vorbit despre simpatia şi deosebita apreciere pe care Academia R.P.R. a avut-o totdeauna pentru activitatea şi manifestările A.S.I.T., remarcînd faptul că atît Academia cît şi A.S.I.T. slujesc ştiinţa şi tehnica şi că în problemele privind electrificarea au colaborat mergînd mînă în mînă.

Conferinţa a mai fost salutată de tov. T. Constantin, în numele C.C. al Sindicatului muncitorilor din metalurgie şi electricitate, prof. C. Dinculescu — din partea corpului didactic al Institutului Politehnic Bucureşti — ing. G. Mihnevici de la Institutul de Energetică al Academiei U.R.S.S., ing. Walter Förster în numele conducerii centrale a Camerii Tehnice din R.D.G., dr. ing. János Urbánek, directorul Institutului de cercetări de electricitate industrială, laureat al Premiului Kosuth, în numele Uniunii Asociaţiilor Ştiinţifice şi Tehnice din R.P.U. şi al Asociaţiei Electricienilor din R.P.U., acad. prof. Vasilescu Karpen, ing. Zbigniew Karasinski din partea Asociaţiei electricienilor polonezi, ing. Marin Calburov din partea Comitetului Executiv al Consiliului General al Societăţii Tehnico-Ştiinţifice din R. P. Bulgaria.

În continuare, au urmat expunerile conducătorilor celor patru departamente care reprezintă electroenergetica (sursele şi distribuţia de energie)

electrotehnica (industria electrotehnică), telecomunicațiile și utilizările energiei electrice.

Tov. ing. N. Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele a prezentat „*Tehnica nouă în industria energiei electrice*“ *) ilustrînd progresele realizate în anii puterii populare : utilizarea mai completă a surselor de energie (mărirea duratei de utilizare de la 2 200 ore la 4 800 ore), construcția și darea în exploatare a unor mari centrale termoenergetice (Doicești, Sîngiorgiu de Pădure, Ovidiu II, Paroșeni etc.) sau hidroenergetice, Centrala Lenin (în construcție), centrala Moroeni, Sadu II etc. ; extinderea considerabilă a rețelei de transport și distribuție de înaltă tensiune, progresele realizate în exploatarea centralelor și rețelelor, în îmbunătățirea indicilor tehnico-economici și a parametrilor de exploatare. În același timp a relevat lipsurile care continuă să dăinuiască în proiectarea, construcția și exploatarea instalațiilor electroenergetice și măsurile ce trebuie să se ia pentru înlăturarea lor. Perspectivele dezvoltării viitoare sînt mari, așteptîndu-se în curînd reamorsarea lucrărilor de la Porțile de Fier și interconexiuni de înaltă tensiune (400 kV) între țările de democrație populară.

Prezidiul secției

Tov. ing. T. Abrihan, adjunct al ministrului Industriei Grele a făcut expunerea „*Tehnica nouă în industria electrotehnică*“ care s-a reprodus integral în acest număr al revistei noastre.

Tov. D. Simulescu, adjunct al ministrului Transportului și Telecomunicațiilor, a expus lucrarea „*Tehnica nouă în Telecomunicații*“ **) arătînd progresele considerabile realizate de la 23 august 1944 și pînă în prezent în domeniul telegrafiei, telefoniei, radiodifuziunii, televiziunii și teletransmisiilor electrice în general. De asemenea a relevat lipsurile care persistă încă în proiectarea, construcția și buna gospodărire a instalațiilor de telecomunicații și a trasat sarcinile cele mai importante care revin inginerilor și tehnicienilor din producție și din institutele de cercetări cercurilor A.S.I.T., filialelor și organizațiilor centrale A.S.I.T. pentru eliminarea dificultăților actuale, introducerea tehnicii noi și a unei organizări mai raționale a producției indigene de aparate și materiale de telecomunicații.

Tov. ing Velea, adjunct al ministrului Petrolului și Chimiei a făcut o expunere despre „*Tehnica nouă în industria consumatoare de energie electrică*“, în care a arătat pe de o parte importanța crescîndă a energiei în general și a energiei electrice în special pentru diferitele industrii, ajutorul prețios dat de industria electroenergetică prin punerea la dispoziție a unor cantități mult crescute de energie și de industria electrotehnică pentru livrarea mașinilor, aparatelor și instalațiilor necesare electrificării industriilor, pe de altă parte a relevat lipsurile pe care utilizatorii le constată, și anume variațiile prea mari ale tensiunii și frecvenței, întreruperile de alimentare, care pot, în anumite industrii să producă pagube foarte mari, insuficiența sortimentelor și calității aparatelor electrice fabricate în țară (condensatoare, difuzoare, aparate de protecție împotriva supratensiunilor și supracurenților, aparate de conectare de bună calitate și cu performanțe superioare, materiale mașini și aparate destinate a funcționa în încăperi cu pericol de explozie etc.). Utilizatorii așteaptă o îmbunătățire esențială a situației atît în ce privește parametrii și continuitatea livrării energiei electrice cît și în cea a calității produselor electrotehnice. De asemenea o mai mare atenție pentru introducerea automatizării și fabricării în țară a elementelor instalațiilor automate.

*) Se va reproduce integral în Rev. *Energetica* (1958) nr. 1.

**) Lucrarea va fi publicată în întregime în Rev. *Telecomunicații*, (1958) nr. 1.

Tov. prof. ing. M. Bercovici, președintele Secției de Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central A. S. I. T. a prezentat o expunere privind „*Dezvoltarea activității de cercetare tehnico-științifică în întreprinderile industriale*“ *) în care a arătat condițiile dezvoltării rapide a tehnicii electricității sub imboldul și îngrijirea partidului și guvernului, ținînd seamă de comandamentele doctrinei marxist-leniniste și mai ales de învățătura lui Lenin despre rolul electrificării. Aceste condiții au permis o dezvoltare într-un ritm rapid a industriei electrice. Singura ramură în care și în trecut s-au înregistrat realizări remarcabile a fost electroenergetica. În țara noastră s-a realizat una din primele hidocentrale din lume, iar centralele termice din orașul București au excelat totdeauna prin caracteristici neobișnuite, situate pe linia progresului ulterior (50 Hz în 1905, motoare Diesel de 9 000 CP în 1938, cazane Löffler de 130 at și 500°C alimentate cu gaze naturale în 1941, turbine de gaze în 1942 etc.). Aceste progrese se datoresc în mare parte îndrumătorilor școlii românești de electricieni, care a produs ucenici, muncitori, tehnicieni, ingineri și profesori de înaltă calificare.

În zilele de 12, 13 și 14 noiembrie s-au desfășurat ședințele pe secții.

Lucrările Secției I-a Energie electrică

În cadrul lucrărilor Secției I-a energie electrică au fost prezentate 26 de referate din grupele : centrale și stații electrice (6 referate), rețele și sisteme electrice (9 referate) și utilizarea energiei electrice (11 referate).

În prima zi ședința a avut loc în prezența a 300 de participanți, delegați și invitați, fiind prezidată pe rînd de ing. N. Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele și acad. prof. C. Budeanu.

Ing. C. Mihăileanu, director tehnic în Departamentul Energiei Electrice, a făcut prezentarea generală a materialului expus în cadrul grupelor centrale și rețele.

Au urmat apoi expunerile și discuțiile asupra rapoartelor **).

Lucrările Secției a II-a Electrotehnică

Cele mai multe referate s-au prezentat în cadrul acestei secții, anume 46 de referate în patru ședințe de lucru.

Candidatul în științe tehnice N. S. Pomiluico de la Institutul de Energetică „G. M. Krjilanovski“ al Academiei de Științe a U. R. S. S. a prezentat comunicarea privind cercetarea teoretică și experimentală a aerodinamicii și a schimbului de căldură în canalele turbogeneratoarelor cu răcire forțată, iar ing. Gh. V. Mihnevici, din cadrul aceluiași institut, a vorbit despre reglarea automată a excitației generatorului sincron ca mijloc de îmbunătățire a stabilității.

Dr. ing. J. Urbanek, directorul Institutului de cercetări de electricitate industrială din Budapesta, a prezentat un amplu referat cu privire la domeniul de activitate și organizare a acestui institut, cum și asupra rezultatelor lucrărilor de cercetare în domeniul electrotehnicii industriale din R. P. Ungaria.

Prof. ing. Radomir Protič de la Facultatea de Electrotehnică din Belgrad a prezentat un raport asupra unui milivoltmetru electronic proiectat și executat în laboratoarele pentru radioreceptoare și instrumente electronice ale Facultății de Electrotehnică din Belgrad.

Comunicările specialiștilor noștri au fost prezentate pe șase grupe de probleme.

La grupa I — *Materiale electronice* — au fost prezentate 9 referate. Asupra acestor referate conf. ing. Gh. Lazaride, vicepreședintele Secției energetică și electronică a Consiliului Central A.S.I.T. a făcut un raport general de prezentare.

Acest raport este publicat în întregime în prezentul număr al revistei noastre.

Au urmat expunerile referatelor prezentate de specialiștii noștri repartizate pe șase grupe de probleme. Rezumatele acestor referate se dau în cele ce urmează.

Lucrările Secției a III-a Telecomunicații

Lucrările Secției telecomunicații, electronică și automatizări au fost expuse și dezbătute în 16 comunicări semnate de 28 de autori români și două comunicări semnate de doi oaspeți de peste hotare, participanți la conferință. Astfel, comunicarea „*Dezvoltarea și fabricarea echipamentelor de telecomunicații și electronică în R. P. F. Iugoslavia*“ ne-a dat o imagine clară a progreselor realizate în această țară în toate domeniile telecomunicațiilor și electronicii, iar comunicarea ing. György Almassy, intitulată „*Noi aparate de măsurat pentru tehnica microundelor*“, ne-a prezentat realizările remarcabile ale industriei R. P. Ungare în domeniul măsurătorilor în tehnica undelor decimetrice și centimetrice.

Rezumatele comunicărilor prezentate în continuare se vor publica în revista „Telecomunicații“.

Ședința de închidere

Conform programului, după încheierea lucrărilor pe secții o ședință plenară a fost prevăzută pentru prezentarea rezultatelor atinse și a concluziilor.

Ședința a fost prezidată de tov. Prof. dr. ing. Șt. Bălan, vicepreședinte al Consiliului Central A. S. I. T. Șefii de subsecții din Consiliul Central Secția de energetică și electrotehnică au prezentat rapoarte asupra lucrărilor celor trei secții. Concluziile conferinței au fost trase de către președintele ședinței care a închis lucrările conferinței cu o urare de spor la muncă și de revedere la o viitoare „a doua conferință a electricienilor din R. P. R.“.

Dr. ing. A. Avramescu

*) Expunerea este reprodusă integral în rev. *Energetica*, (1958) nr. 1.

**) Rezumatele acestor rapoarte se vor publica în revista „*Energetica*“ (1958) nr. 1.

Rezumatele referatelor prezentate în cadrul secției a II-a — Electrotehnică

Ing. S. DONICI și chim. MARIA MIHAESCU: **Carborundul electrotehnic romînesc** (referat 21.01).

În lucrare este descris modul de fabricare a carborundului electrotehnic romînesc și rezultatele încercărilor chimice și electrice executate în cadrul Laboratorului Institutului de cercetări electrotehnice.

În prima parte a lucrării se face o descriere sumară a principalelor proprietăți fizice și chimice ale carborundului în general, insistînd asupra proprietăților electrice și a parametrilor care le influențează. În partea a doua se arată, pe scurt, unele amănunte de fabricare a carborundului electrotehnic (materii prime utilizate, adaos de impurități etc.). În partea treia sînt descrise proprietățile fizice și chimice ale carborundului electrotehnic. În partea ultimă și cea mai dezvoltată sînt descrise proprietățile electrice ale carborundului electrotehnic indigen.

Se arată printr-o serie de curbe variația gradientului tensiunii în funcție de presiunea exercitată asupra prafului. Se dă, de asemenea, variația coeficientului de neliniaritate α în funcție de gradientul tensiunii, pentru diferite lungimi de undă. Se dă o comparație între carborundul electrotehnic și cel abraziv.

Rezultatele încercărilor electrice pe praful de carborund cum și pe discurile executate din acest material confirmă calitatea lui superioară.

Ing. A. NANU și ing. A. LEIMDÖRFER: **Completări și precizări asupra normelor standardizate în diferite țări pentru determinarea rezistenței superficiale a dielectricilor** (referat 21.02).

După ce se indică metodele pentru determinarea rezistenței superficiale a dielectricilor, din literatură și standardele diferitelor țări, se prezintă rezultatele unor măsurători din care rezultă că diferențele dintre valorile numerice ale rezistențelor măsurate cu aceiași electrozi se datoresc doar erorilor de măsurare care diferă de la o metodă la alta. Se precizează, că deosebirile dintre standardele existente rezultă nu atît în metodele de măsurare cît în forma și felul de aplicare a electrozilor, tensiunile de măsură, formulele de calcul utilizate pentru stabilirea mărimilor specifice și aprecierea rezultatelor. Se arată că la una și aceeași metodă, în funcție de forma electrozilor, felul lor de aplicare pe dielectric și tensiunea la care se face măsurătoarea, rezultatele obținute diferă mult; în plus perturbațiile datorite influențelor exterioare pot erona rezultatele, mai ales cînd se lucrează la curenți foarte mici.

Cum în literatura de specialitate nu există un studiu amănunțit al problemelor specificate și nici acela de adaptare a metodei inelului de gardă la determinarea rezistenței superficiale a dielectricilor foarte subțiri și, deci, fixarea metodelor de încercare în funcție de grosimea materialului izolator ce se încearcă, în lucrare se arată cum variază rezistența superficială cu tensiunea de măsură, rezultînd că aceasta este o funcție de felul de aplicare a electrozilor, că în cazul electrozilor aderenți, mai ales vopsiți cu lacuri conducătoare și metalizați, rezistența superficială nu depinde de tensiunea de măsură și, deci, influența hotărîtoare a contactului dintre electrod și material asupra valorii tensiunii de măsură pentru obținerea aceleiași rezistențe superficiale În continuare se arată felul de adaptare a metodei inelului de gardă la măsurarea rezistenței superficiale la dielectricii foarte subțiri și metodele recomandate pentru înlăturarea influențelor exterioare perturbatoare în aceste măsurători.

Concluziile lucrării sînt susținute de circa 500 de măsurători.

Ing. MARIA NICOLAE și ing. B. MARCUS: **Materiale electroceramice realizate cu talcul de la Hunedoara** (referat 21.03).

În lucrare se prezintă calitățile principale ale talcului de la Hunedoara exploatarea Lelese, arătîndu-se că acesta corespunde calitativ celor mai bune steatite folosite în fabricarea ceramicii electrotehnice pentru înaltă frecvență.

În continuare, lucrarea prezintă rezultatele obținute pentru stabilirea a două calități de ceramică pe baza talcului de la Hunedoara: 1-steatita pentru aparatajul de joasă tensiune și 2-steatite speciale pentru piese de înaltă frecvență.

Din aceste materiale au fost produse serii de piese. Steatita de joasă tensiune este asimilată în fabricație la întreprinderea Electroceramica Turda unde se produc unele piese pentru aparate electrocalorice. Piese din steatită de înaltă frecvență se produc în serii mici numai în laboratorul experimental de ceramică ICET.

Caracteristicile celor două materiale se dau în tabela 1.

Tabela 1

Caracteristici	Unitatea de măsură	Steatita de joasă tensiune	Steatita de înaltă frecvență
Rezistența mecanică la încovoiere statică	kg/cm²	650	1 5 0
Rezistența volumetrică la 20°C	ohmi cm	10^{12}	10^{14}
Constanta dielectrică		6,5	6,5
Pierderile dielectrice la : 50 Hz	10^{-4}	200	—
1 MHz		50	5—6

M. BAROSU: **Paste active pentru electrozii acumulatoarelor alcaline cadmiu-nichel de tipul Jungner** (referat 21.04).

Lucrarea prezintă sumar proprietățile și interpretarea funcționării electrozilor acumulatorului alcalin cadmiu-nichel de tipul Jungner. Sînt prezentate: o schemă tehnologică de preparare a pastelor active și date constructive ale suporților metalici pentru electrozii acumulatorului, În continuare sînt descrise patru modele de asamblare a electrozilor acumulatorului și coeficienții de utilizare a pastelor active folosite. Coeficienții de utilizare a pastei active pozitive variază între 0,395 și 0,570 și coeficienții de utilizare a pastei active negative variază între 0,326 și 0,520 în cele patru modele de asamblare prezentate.

În concluzie, se arată că prin varierea cantităților de paste active folosite în diverse forme de suporți metalici, se pot realiza diverse valori pentru coeficienții de utilizare și se recomandă considerentele de care trebuie să se țină seama la normarea diverselor tipuri de acumulatoare cadmiu-nichel în fabricație, în sensul reducerii convenabile a consumurilor specifice.

Această comunicare prezintă date parțiale din cercetarea efectuată în anul 1956 la secția „Materiale electrotehnice" a ICPET-ului asupra acumulatoarelor alcaline.

Dr. ing. S. CEDIGHIAN: **Realizarea magneților permanenți din aliaje metalice și folosirea lor în industria electrotehnică** (referat 21.05).

Se arată domeniul de folosire a magneților permanenți și se dă o privire generală asupra condițiilor pentru apariția magnetismului. Se arată fenomenele de magnetizare la aplicarea unui cîmp exterior de o anumită intensitate Se descriu teoriile tensiunilor interne după Becker-Akulov, ale corpurilor străine după Kersten, cum și teoriile cîmpurilor de dispersiune după Néel și a particulelor mici după Néel, Wohlfahrt

și Stoner ; se arată importanța acestor teorii, care deși incomplete pentru calculele precise, au contribuit la progrese însemnate în elaborarea magneților permanenți. Se dă o clasificarea a diferitelor oțeluri și aliaje magnetice după proprietăți și caracteristici.

După un scurt istoric se trece la fabricarea magneților permanenți în țară cu cobalt, wolfram, crom, alni și alnico indicînd tehnologia fabricării lor. Celelalte oțeluri și aliaje arătate în clasificare sînt discutate pe scurt. Se dau caracteristicile diferitelor oțeluri și aliaje magnetic dure pentru a permite compararea calităților lor magnetice.

Ing. L. LICHTENBAUM: **Calitatea micii romînești și produsele fabricate din mică** (referat 21.06).

În prima parte a referatului sînt prezentate caracteristicile varietăților de mică din Republica Populară Romînă. Se analizează separat proprietățile chimico-mineralogice, proprietățile fizice, termice și electrice.

În partea a doua sînt prezentate principalele produse fabricate din mică și anume: micanitele dure presate, micanite flexibile, micabanda, micafoliul, produse fasonate din micanită de formare etc. Sînt date scurte descrieri ale proceselor tehnologice pentru fiecare sortiment în parte. Pentru folosirea rațională a rezervelor de mică autorul recomandă însușirea de urgență a procedeelor de fabricare a hîrtiei de mică.

Ing. AL. NEDESCU și ing. L. LICHTENBAUM: **Fabricarea lacurilor electroizolante în R.P.R. și caracteristicile lor** (referat 21.07).

În R.P.R. se fabrică într-o unitate dotată cu utilaj modern sortimentul complet de lacuri electroizolante pentru tole impregnare și acoperire, cum și emailuri pentru conductoare.

Lacurile electroizolante de impregnare și acoperire sînt fabricate astfel încît să asigure o cimentare a înfășurării, să mărească rezistența electrică și mecanică a izolației, să mărească stabilitatea la umezeală și să îmbunătățească conductibilitatea termică. Peliculele de lac sînt suficient de elastice pentru ca să admită dilatarea și compresiunea înfășurărilor la variații ale temperaturii de regim și la o vibrație slabă a spirelor la pornirea și oprirea mașinii.

Pentru impregnare se fabrică în special lacurile oleo bituminoase. Ele au proprietăți dielectrice bune, stabilitate la umezeală, au un cost redus și ușor de obținut, au însă o capacitate slabă de cimentare și instabilitate la uleiuri minerale. Ca și la celelalte lacuri cu conținut de uleiuri vegetale necesită pentru uscare oxigen și de aceea se usucă greu în interiorul înfășurărilor și în straturile groase unde accesul aerului este mai dificil. Sînt utilizate, în special, în mașinile ale căror înfășurări sînt executate din conductoare cu izolație fibroasă sau email fibre. La înfășurările din conductoare izolate cu emailuri rezistente lacurile oleo bituminoase nu reușesc să consolideze suficient bobinele.

În cazurile în care de la lacul de impregnare se cere o cimentare mai bună se folosesc lacurile uleioase și, în special, oleo gliptalice. Peliculele acestor lacuri păstrează mult timp elasticitatea la încălzire la 150°C ceea ce permite utilizarea în clase de izolație superioare (lacul oleo gliptalic clasa B). Sînt stabile la agenți chimici și ulei de transformator.

O lipsă principală a acestora este uscarea înceată în straturi groase și în adîncimea izolației.

Pentru emailarea conductoarelor se fabrică actualmente numai lacuri din uleiuri vegetale (in și tung). Sînt în curs de elaborare lacuri pe bază de poliamide și poliacetați de vinil pentru emailarea conductoarelor de Cu și Al.

Dezvoltarea în viitor a industriei chimice va da posibilitatea elaborării unor lacuri noi, mai ales pe bază de rășini sintetice, fără sau cu un conținut mic de uleiuri vegetale. Aceste lacuri vor trebui să aibă afară de bune proprietăți izolante, stabilitate la umezeală și la încălzire și o mare capacitate de cimentare la o elasticitate suficientă, să se usuce bine în interiorul înfășurării și să nu se pulverizeze pînă la o temperatură de 150°C. De asemenea, lacurile trebuie să aibe o acțiune minimă asupra izolației conductoarelor și să fie accesibile din punctul de vedere al prețului.

Ing. TH. SCHNEIER: **Magneți permanenți pe bază de ferită de bariu** (referat 21.08).

Magneții permanenți — întîlniți foarte des ca părți componente în industria electrotehnică — pot fi obținuți în cele mai diferite moduri. În orice caz acestea necesită materii prime scumpe și foarte pure.

Cercetîndu-se posibilitatea de a se produce materiale magnetice prin excluderea acestor materii prime s-a ajuns la grupa așa-ziselor „ferite" care reprezintă combinații ale oxidului de fier cu anumiți oxizi de metale bivalente de genul MnO, Fe_2O_3.

Din punct de vedere magnetic există două categorii de ferite: a) moi, care se caracterizează printr-o permeabilitate mai mare și o forță coercitivă aproape inexistentă, cum ar fi feritele de Mn, Mg și Ni ; b) dure, care prezintă o permeabilitate scăzută (circa 1) și o foarte ridicată forță coercitivă, cum ar fi feritele de Co și de Fe sau feritele de bariu.

Pentru feritele mai noi s-a stabilit procesul tehnologic rămînînd doar trecerea la fabricația industrială. Feritele dure au început să fie produse la începutul anului 1956 și acoperă necesitățile la fabricarea difuzoarelor pentru aparatele de radio și la radioficare.

Procesul tehnologic stabilit și utilizat este următorul : a) uniformizarea amestecului de oxid de fier și carbonat de bariu (care prin calcinare se transformă în oxid de bariu) ; b) presinterizarea amestecului pentru obținerea unui produs cu un anumit grad de formație de ferit ; c) măcinarea feritelor pînă la o anumită finețe; d) presarea în forme definitive; e) tratarea termică definitivă ; f) finisajul magneților obținuți (șlefuirea, impregnarea, vopsitul etc.).

Produsele obținute au o greutate specifică de circa 4,0 inducție remanentă B_r = 1 500—1 700 Gauss și o forță coercitivă H_0 = 1 300—1 400 Oersted.

Acest material prezintă o mare stabilitate a structurii pînă la 100°C și în plus — datorită forței coercitive ridicate — o mare rezistență contra demagnetizării.

Trecerea la fabricația industrială prezintă o serie întreagă de dificultăți, care însă toate au fost rezolvate în fabrica producătoare.

Din cauza ieftinității materiilor prime și a ușurinței de a le procura cum și datorită anumitor însușiri ale materialului magneții permanenți din ferită de bariu, care sînt astăzi utilizați la confecționarea difuzoarelor de radio și a aparatelor de radioficare, se vor putea întrebuința și în alte scopuri în industria noastră electrotehnică.

Ing. V. IVAȘCU, conf. M. ROSENBERG și ing. V. TANACH: **Contribuții la studiul magneților permanenți pe bază de bariu** (referat 21.09).

Obținerea unui magnet din ferită de bariu cu calități superioare este condiționată în mare măsură de realizarea unui material cu densitate ridicată și structură microcristalină cu particule care să nu depășească dimensiunile de 1—10 μ.

Pentru realizarea acestor condiții a fost necesară cunoașterea aprofundată a reacțiilor și fenomenelor ce au loc în timpul procesului de formare a feritei de bariu și a magneților din acest material. Referatul prezintă :

1. *Studiul dilatometric și termogravimetric de formare și sinterizare a feritei de bariu*

Curbele dilatometrice arată că în procesul de formare, în prima fază, pînă la circa 700°C, nu are loc decît dilatarea liniară, iar de la această temperatură încep reacții chimice și procesul de sinterizare, însoțit de o puternică contracție a materialului, în special peste 1 000°C. Curba termogravimetrică completează curba dilatometrică indicînd punctele de pierderi în greutate, la 250°C, 550°C pînă la 800°C, temperatură la care prin descompunerea materialelor organice și a carbonaților au loc degajări de CO_2,H_2O etc.

2. *Aspectele microstructurii feritei de bariu*

Pentru a urmări legătura dintre tratamentul termic și dimensiunea cristalelor, de care depind în mare măsură proprietățile magnetice de ferită de bariu, s-a folosit analiza microscopică a unor secțiuni în epruvete, tratate în diferite condiții.

Studiind mărimea cristalelor și a porilor în corelație cu proprietățile magnetice, s-a putut stabili tratamentul termic

optim aplicat epruvetei a cărei microfotografie este revelatoare. Adaosul în rețetă a unei cantități mici de Bi_2O_3 aduce îmbunătățiri calitative ale materialului.

3. *Unele aspecte ale teoriei forței coercitive a feritei de bariu.*

Valorile forței coercitive ale feritei de bariu, determinate experimental, sînt mai reduse decît cele calculate teoretic pe baza teoriei forței coercitive a materialului cu cristale monodomenice. Explicația pare a conta în efectul demagnetizant al porilor, forța coercitivă depinzînd de volumul și forma acestor pori.

Cercetările expuse în referat au fost efectuate în cadrul ICPET în anul 1956.

Tehn. W. BAUMAN și ing. M. DIMBOIU: **Transformator de sudură cu arc, bobinat cu aluminiu** (referat 22.01).

Transformatoarele romînești de sudură cu arc sînt prevăzute cu un șunt magnetic în scopul variației curentului de sudură. Acest șunt magnetic prezintă multe dezavantaje. Puterile transformatorului nu egalează pe cele străine. Pentru bobine s-a utilizat cuprul, un material deficitar. Ca să poată corespunde noilor cerințe tehnice, s-a construit un nou model de transformator de sudură prin arc. Puterea lui este egală cu cea a modelului vechi.

Variația intensității curentului de sudură la acest model nou se obține prin variația poziției bobinei primare de-a lungul miezului magnetic central, care reprezintă un circuit magnetic compus din două părți. Tensiunea în gol variază între 52 V (la limita inferioară a poziției bobinajului) și 60 V (la limita superioară). În afara zonei de reglaj de 100—300 A la $D_c = 30\%$, s-a prevăzut o bobină de reactanță în serie cu bobina secundară pentru o zonă de reglaj de 50—120 A la tensiunea de sudură standardizată. Bobina primară poate fi alimentată cu 220 V, 380 V și 500 V. Bobinajele transformatorului sînt executate din benzi de aluminiu izolate cu țesătură de sticlă. Poziția bobinelor în carcasa metalică fac posibilă o ventilație naturală intensă.

Producția obținută cu noul model de transformator este superioară celeia corespunzătoare modelului vechi „Super" Se indică printre altele, următoarele avantaje: a — aprindere ușoară și un arc stabil și liniștit; b — exploatare fără zgomot chiar la sudura cu electrod de 10 mm diametru.

Modelul nou posedă și o formă mai avantajoasă, economisește cuprul și alte materiale. Greutatea sa este de 260 kg față de 380 kg ale modelului „Super". S-a constatat o comportare excelentă în exploatare.

Transformatorul cu bobină mobilă și bobinaj de aluminiu reprezintă un rezultat important al economiei romînești deoarece aparatul este mai bun și mai ieftin.

Ing. M. BIRGĂUANU: **Generator sincron cu undă de tensiune sinusoidală** (referat 22.02).

Lucrarea se ocupă cu realizarea unui generator sincron trifazat cu undă de tensiune cît mai sinusoidală, destinat alimentării diferitelor instalații de laborator ale Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.

După o scurtă analiză a mijloacelor clasice folosite la îmbunătățirea formei undei de tensiune, în care se indică avantajele și dezavantajele acestor mijloace, se propune în același scop folosirea unui bobinaj cu repartiție cvasisinusoidală a conductoarelor. În continuare, se justifică alegerea acestei soluții în comparație cu mijloacele clasice.

Realizarea practică a unei înfășurări trifazate cu repartiție sinusoidală a conductoarelor, ridică unele probleme în legătură cu utilizarea spațiului disponibil al crestăturilor. Astfel de bobinaje conduc, pe de o parte din cauza umplerii neuniforme a crestăturilor, iar pe de altă parte din cauza factorului de bobinaj pentru fundamentală mai mic ca cel obișnuit, la o neînsemnată creștere a gabaritului mașinii.

Afară de asta, apar greutăți la realizarea practică a înfășurării în condiția de a obține o simetrie a impedanțelor celor trei faze. Autorul a dat o soluție practică, care este utilizabilă și în alte cazuri de folosire a unor astfel de bobinaje — de exemplu, la selsinuri.

În încheiere, se arată rezultatele obținute cu generatorul sincron sinusoidal realizat după proiectul autorului, se prezintă rezultatele analizei armonice a undei de tensiune în diferite regimuri de funcționare, analiză care s-a făcut cu ajutorul unui analizor rezonant întrucît procedeele grafice sînt afectate de erori care depășesc abaterile undei de tensiune obținută de la sinusoidă.

Rezultatele au corespuns așteptărilor. În concluziile lucrării se limitează domeniile de utilizare a mijloacelor propuse.

Ing. V. CRĂCIUNOIU: **Instalații moderne de impregnare a mașinilor electrice, proiectate în țară** (referat 22.03).

Se prezintă, rezumativ, condițiile cărora trebuie să răspundă izolațiile mașinilor electrice și metodele moderne de izolare, prin impregnare, cu operațiile elementare ce comportă. Se tratează separat impregnarea bobinelor cu lac și impregnarea părții decuvabile a transformatoarelor cu ulei. Se insistă asupra avantajelor uscării în vid (în special în cel de-al doilea caz) și a precauțiilor tehnologice ce se impun. Se descriu instalațiile proiectate și executate (sau în curs de execuție) în țară, cu avantajele și dezavantajele pe care le prezintă fiecare în parte. Se scoate în relief mersul tehnic ascendent al proiectării, execuției și exploatării instalațiilor descrise, atît în ce privește calitatea și costul impregnărilor, cît și al siguranței, mecanizării și automatizării agregatelor.

Prof. M. MARINESCU: **Asupra mașinilor electrice percutante realizate în Institutul de energetică al Academiei R.P.R. și aplicațiile în tehnică** (referat 22.04).

În multe procese industriale intervin operații care necesită efectuarea de lucru mecanic, prin mișcare alternativă și percuție. Metodele electrice obișnuite nu se pretează în mod satisfăcător la această formă a lucrului mecanic, chiar dacă se asociază unui mecanism pentru transformarea mișcării de rotație în mișcare alternativă, procedeu care reduce randamentul motorului și mărește greutatea pe unitatea de putere.

Cercetările efectuate în cadrul Institutului de energetică asupra mașinilor cu inductanță variabilă au condus la concluzia că obținerea lucrului mecanic pe baza variației inductanței se poate preta la obținerea directă a lucrului mecanic efectuat sub forma de mișcare alternativă cu randament ridicat și greutate redusă pe unitatea de putere.

S-a obținut astfel o putere de 0,5 kW cu o greutate de 15 kg ceea ce constituie un progres substanțial față de cifrele date în literatura de specialitate privind mașinile rotative cu mecanisme, pentru transformarea mișcării și care ating 60 g/W.

Pentru obținerea rezultatului de mai sus a trebuit rezolvată pe cale teoretică problema cedării lucrului percutant maxim prin variația inductanței.

S-a stabilit astfel că maximul lucrului mecanic are loc cînd sistemul mecanic constituie un rezonator acordat pe frecvența curentului și cînd forța de precomprimare a resortului, în poziția de șoc, echilibrează diferența dintre forța electromagnetică, medie și amplitudinea componentei sinusoidale.

De asemenea a trebuit rezolvată și problema formei optime a circuitului magnetic, corespunzînd greutății minime pe unitatea de putere.

Ing. V. LIUBA: **Despre protecția contra exploziilor a utilajului electric** (referat 22.05).

În referat sînt expuse principiile pe care se bazează metodele de protecție contra exploziilor a utilajului electric din industria chimică indicîndu-se influența acestor metode asupra construcției utilajelor și în special a motoarelor electrice. Sînt tratate pe larg următoarele categorii de protecție antiexplozivă: execuția antideflagrantă, execuția în ulei, execuția cu ventilație separată, execuția cu siguranță mărită și execuția cu siguranță intrinsecă.

Lucrarea se încheie cu o privire generală asupra utilajului antiexploziv fabricat în țară și cu o scurtă trecere în revistă a prescripțiilor și încercărilor referitoare la utilajul antiexploziv.

Ing. A. VASILESCU: **O metodă de calcul pentru determinarea condițiilor de încercare la transformatoarele de putere** (referat 22.06).

La încercarea în sarcină a transformatoarelor de putere se întrebuințează cu succes sistemul de lucru în opoziție, care constă în conexiunea în opoziție a două transformatoare egale. Printr-o tensiune adițională aplicată la bobinajul secundar al celor două transformatoare se formează un curent de circulație, care constituie curentul de sarcină al transformatoarelor. Tensiunea adițională poate fi formată fie prin transformatoare suplimentare speciale, fie prin prize de $\pm$ 5%. Transformatorul suplimentar se reglează pînă cînd cele două transformatoare de probat au curentul nominal, iar dacă pentru același scop sînt folosite prizele, literatura de specialitate vorbește de o valoare apropiată doar de curentul nominal (Manualul Inginerului Electrician, vol. II, p. 877).

În lucrarea prezentată la Congresul A.S.I.T. s-a dedus cu ajutorul schemei echivalente și a metodei simbolice ecuația:

$$e_k = \frac{2{,}2\, e}{(1 + \Delta e)(2 - 1{,}17r)}$$

în care e_k este tensiunea de scurtcircuit a transformatoarelor probate;

e — tensiunea adițională respectiv tensiunea obținută prin prizele de $\pm$ 5%;

Δe — variația de tensiune care intervine datorită încărcării cu curentul de circulație și la factorul de putere corespunzător;

r — raportul dintre curentul la mers în gol și curentul nominal al transformatorului.

În cursul demonstrării valabilității formulei de mai sus se deduce și formula necesară pentru calculul factorului de putere corespunzător.

Formula de mai sus permite stabilirea acelei tensiuni de scurtcircuit (pe baza datelor conținute în cataloagele de transformatoare ale fabricilor) care — la utilizarea prizei — produc un curent nominal egal cu curentul de circulație.

Dacă valoarea obținută prin formula de mai sus nu este egală cu tensiunea reală de scurtcircuit, aceeași formulă permite stabilirea tensiunii suplimentare, care produce un curent de circulație egal cu curentul nominal.

Această lucrare a fost realizată pe platforma de încercări a fabricii Electroputere-Craiova cu ocazia cîtorva încercări de sarcină, a căror rezultate păreau neverosimile. Explicația fenomenelor nelămurite la început a fost dată foarte comod și relativ ușor prin utilizarea schemei echivalante și a metodei simbolice, așa cum aceasta a fost demonstrată de către acad. prof. I. S. Gheorghiu în lucrările sale mai vechi precum și în „Teoria unitară a mașinilor electrice" din Manualul Inginerului Electrician, vol. II.

Ing. V. BUNEA: **Problemele practice la execuția unui generator de 8 000 Hz** (referat 22.07).

Sînt expuse problemele practice legate de execuția unui generator de 8 000 Hz și 100 kVA la fabrica Clement Gottwald. După o expunere amplă a construcției și a metodelor tehnologice folosite se face o comparație cu alte mașini de același tip de fabricație străină.

Ing. I. CRIȘAN: **Asupra nivelului actual al tehnologiei de fabricație a motoarelor electrice asincrone** (referat 22.08).

Lucrarea trece în revistă stadiul actual al tehnologiei de fabricație a motoarelor electrice asincrone normale, așa cum se practică în țările cu industrie puternic dezvoltată, subliniind progresul considerabil care a fost realizat în ultimul timp. Unul din punctele de plecare pentru acest progres a fost specializarea și concentrarea producției, de unde și creșterea considerabilă a cantităților produse și a seriilor de fabricație. Un alt punct de plecare a constat în reorganizarea fluxului de fabricație prin perfecționarea continuă a liniilor tehnologice, în sensul automatizării lor cît mai avansate.

În cadrul lucrării au fost analizate următoarele probleme: 1) tehnologia miezului magnetic, scoțîndu-se în evidență progresele realizate prin introducerea ștanțării automate a tolelor, folosind prese speciale de mare productivitate; 2) tehnologia bobinajelor și a impregnării unde se descrie pe scurt modul de organizare a bobinării pe bandă, impregnarea pe conveier; se fac cîteva observații cu privire la mașinile de bobinat statoare; 3) prelucrarea mecanică a carcaselor și axelor descriind diferitele moduri de organizare tehnologică a prelucrării acestor piese în serie mare, în diferite variante adaptate volumului producției, pornind de la folosirea mașinilor universale semiautomate, așezate în linii și pînă la liniile automate folosite în producția de masă; d) montajul și încercările descriindu-se montajul pe bandă și făcîndu-se cîteva observații cu privire la metodele specifice de control al calității în condițiile unui ritm intens de producție și a unor exigențe ridicate în ce privește calitatea motoarelor fabricate; f) metodele pentru mărirea productivității muncii la fabricarea ștanțelor complexe folosite în fabricarea miezurilor magnetice.

Pornind de la ideea că obiectivul principal în dezvoltarea producției de electromotoare în țara noastră constă pentru perioada imediat următoare în ridicarea apreciabilă a nivelului productivității muncii, pe parcursul lucrării au fost analizate posibilitățile aplicării în măsură cît mai mare a metodelor de lucru moderne, o dată cu reamenajarea sectorului de fabricat electromotoare al fabricii Electroprecizia. A fost scoasă în evidență eficacitatea acestor măsuri în legătură cu creșterea capacității de producție fără afectarea de noi suprafețe, cum și în legătură cu aspectele economice ale producției.

Ing. H. ASLAN și cand. în șt. tehnice ing. AL. FRANSUA: **O nouă mașină universală fără înfășurări pe stator** (referat 22.09).

Este prezentată o nouă mașină electrică universală din categoria mașinilor serie cu colector de puteri sub 300 W la 6 000 rot/min. Mașina are un rotor obișnuit cu înfășurare buclată, cu colector normal și cu o pereche de perii care pot fi deplasate pe periferia colectorului. Statorul diferă de cel al mașinilor clasice avînd piese polare de înălțimi foarte mici deoarece nu există înfășurare de excitație și au deschiderea de maximum 50% din pasul polar. Prin decalarea periilor de pe axa neutră apar amperspire magnetizante care datorită nesimetriei circuitului magnetic contribuie la apariția unui cuplu motor.

Se dă metoda de calcul a mașinii și se face o comparație cu mașinile existente de același tip.

Ing. O. SMIGELSCHI: **Probleme legate de proiectarea fabricilor industriei electrotehnice din R.P.R.** (referat 22.10).

Dezvoltarea industriei electrotehnice din R.P.R. a necesitat o intensă activitate de proiectare de natură complexă. Ținînd seamă de particularitățile locale și de necesitățile dezvoltării în cursul activității de proiectare, s-au ivit o serie de probleme, dintre care principalele au fost următoarele: specializarea fabricilor, introducerea tehnicii noi, prevederea la fabrici a utilajelor și a standurilor de control electric, adaptarea la noua dezvoltare a construcțiilor existente și proiectarea construcțiilor noi necesare, rezolvarea problemelor de protecția muncii și, în fine, realizarea de economii în construcții.

Ca exemple, în special, în ce privește introducerea tehnicii noi cu folosirea în mod economic a unor construcții existente, pot fi citate soluțiile în curs de aplicare pe bază de proiecte executate recent în țară, la fabrica nouă de transformatoare de forță de la Electroputere-Craiova și la secția de fabricat motoare electrice asincrone mici de la Electroprecizia-Or. Săcele.

La fabrica de transformatoare de forță s-au prevăzut utilaje la nivelul tehnicii mondiale atît la procesele tehnologice de uscare și impregnare a bobinelor și a transformatoarelor întregi, cît și la standul de probe și încercări intermediare și finale ale transformatoarelor pentru tensiuni pînă la 110—160 kV.

La fabrica de motoare asincrone mici s-au prevăzut utilaje și mijloace de mecanizare a producției în așa fel, ca pe aceeași suprafață ca și azi să se introducă sistemul de fabricație de linie curgătoare („flow-line") binecunoscută în fabricile din străinătate cu produse de serii mari. Prin acest sistem se elimină numeroasele stocuri intermediare, reducîndu-se ciclul de fabricație, care azi atinge adeseori 30—40 zile, la maximum 4—5 zile.

Ing. ST. GROSU, ing. I. COJOCARU, ing. V. STANCIU, ing. T. CIUBOTARU, ing. GH. TOMA, ing. P. TUGUI: **Realizarea transformatorului de 110 kV cu reglaj sub sarcină, de 10 MVA și 20 MVA la fabrica Electroputere** (referat 22.11).

Se face, în primul rînd, o analiză critică a soluțiilor folosite pentru astfel de transformatoare, în tehnica actuală a construcțiilor străine. Se arată în continuare soluțiile adoptate. Aceste soluții sînt în special în funcție de alegerea tipului de bobinaj de 110 kV, cu reglaj sub sarcină. S-a mers în paralel pe două soluții:

1. *Bobinaj de* 110 kV de tip așa zis „continuu" cu protecție capacitivă prin bucle ecran, avînd reglajul pe punctul neutru, iar zona reglajului situată aproximativ la mijlocul geometric al coloanei. Această soluție se folosește la seria curentă. Actualmente sînt în funcțiune cu bune rezultate trei transformatoare (de circa 1 an) folosind această soluție.

2. *Bobinaj de* 110 kV, de tip special (soluție principală încă neîntîlnită în documentația pe care o posedăm) constînd din: un bobinaj principal de tip continuu, conținînd tot bobinajul afară de reglaj și bobinajul de reglaj de tip stratificat, situat în continuarea bobinajului principal, la unul din capetele coloanei.

Avantajele acestui bobinaj constau într-o reducere simțitoare a volumului (circa 20% față de cel din soluția 1), o tehnologie simplificată, prin simplificarea în special a sistemului de protecție împotriva supratensiunilor și într-o ameliorare a supratensiunilor în zona reglajului. Contra aparențelor, la acest bobinaj nu apar eforturi de scurtcircuit mai mari decît la un bobinaj echivalent după soluția 1).

Acest bobinaj se experimentează actualmente pe două transformatoare de 10 MVA 110 kV de tip VDM al căror bobinaj original se defectase. Primul dintre aceștia a fost pus în exploatare în primăvara acestui an și funcționează în bune condiții. Rezultatele la platformă arată o situație favorabilă a distribuției undei de șoc.

În ceea ce privește celelalte elemente constructive ale transformatorului din seria curentă se arată că celelalte bobinaje (de medie și de joasă frecvență) sînt de tip continuu, miezul este cu trei coloane și are răcirea prin canale transversale, reglajul sub sarcină este de tip Jansen. Răcirea se face prin radiatoare cu țevi. Izolatoarele de 110 kV sînt de tip cu condensator în porțelan.

Din punctul de vedere al probelor s-au respectat prescripțiile V.D.E. pentru transformatoarele cu izolație gradată.

Ing. A. BERCU: **Condensatoare pentru îmbunătățirea factorului de putere realizate în cadrul Institutului de cercetări electrotehnice ICPET** (referat 23.01).

În cadrul I.C.P.E.T. s-a studiat și realizat gama de condensatoare de forță de joasă tensiune folosibile la rețelele de 0,220, 0,380 și 0,525 kV. S-au studiat caracteristicile fizico-chimice și în special electrice ale materialelor componente ale dielectricului, respectiv hîrtia de condensator și uleiul mineral de impregnare. La dimensionarea dielectricului respectiv la stabilirea intensității cîmpului electric de lucru s-a ținut seama pe lîngă intensitatea cîmpului electric de străpungere și de intensitatea cîmpului electric corespunzător începutului ionizării.

Tipul de 15 kVA, 0,380 kV, descris în lucrare, este trifazat cu bobinaje cilindrice, prevăzute cu siguranțe individuale în interior. S-a dat o atențiune deosebită determinării tehnologiei, deshidratării și impregnării în vid intens a condensatorului gata montat, folosindu-se pentru aceasta o instalație experimentală lucrînd la un vid de 10^{-1} mm col. Hg.

Încercările prototipurilor de mai sus au fost efectuate conform normelor CEI 1954. Un lot experimental compus din patru unități de condensatoare de cîte 15 kVAr, 0,380 kV, a fost supus în exploatare timp de 1 an de zile, dînd bune rezultate, în special pierderile dielectrice rămînînd în limitele impuse.

În ultima vreme, în cadrul ICPET a fost realizat un nou tip de condensator pentru tensiunea de 6,6 kV, 15 kVAr, în construcție monofazată.

Ing. M. HUHULESCU: **Seria de întreruptoare automate antigrizutoase** (referat 23.02).

Este prezentată seria de întreruptoare automate antigrizutoaze a fabricii „Electroaparataj". La începutul lucrării sînt expuse caracteristicile generale pe care trebuie să le satisfacă aparatajul electric antigrizutos, în diferite condiții de funcționare. Se prezintă apoi caracteristicile seriei de întreruptoare antigrizutoase fabricate la fabrica „Electroaparataj". În continuare se face o comparație între seria fabricată și aparatele de fabricație străină în lumina normelor românești și a celor străine.

Lucrarea se încheie cu considerații asupra folosirii seriei de întreruptoare prezentate, în industria chimică.

Ing. D. ONCICA și ing. D. SIMULESCU: **Seria unitară de întreruptoare automate de joasă tensiune** (referat 23.03).

O analiză sumară a avantajelor și dezavantajelor automatelor în aer și ulei și avantajele primelor.

Studiul seriei unitare s-a bazat pe analiza teoretică a problemei, consultarea unui bogat material documentar din literatura străină și indigenă, îndeosebi prospecte și pe examinarea tehnică și încercările de laborator a unei serii de prototipuri și aparate din care unele de fabricație străină.

Pentru scopul propus s-a împărțit lucrarea în mai multe etape și operații, și anume: determinarea gamei de curenți; analiza sistematică a elementelor constitutive din punctul de vedere al bazei teoretice a construcției, al tehnologiei construcției, al materialelor utilizate, al economicității, al performanțelor și al posibilităților de asimilare în fabricația curentă de serie mare pentru care s-au analizat în amănunt; dispozitivele de stingere ale arcului; contactele principale și auxiliare; căile de curent; releele; sistemele de acționare; placa de montaj; legăturile exterioare și bornele; posibilitățile de protejare a ansamblului.

Bazați pe rezultatele analizei acesteia detaliate și pe rezultatele încercărilor de laborator, s-a putut elabora tema de proiectare pentru seria de întreruptoare automate în aer cu toate amănuntele necesare asigurării unor performanțe, la nivelul celor mai bune realizări din tehnica mondială din această vreme.

Ing. D. MEHEDINȚI și N. KANTERIAN: **Dispozitiv pentru semnalizarea la distanță a depunerilor de chiciură pe liniile electrice de transport** (referat 23.04).

În primul capitol referatul tratează pe scurt importanța urmărilor economice ale depunerilor de polei pe liniile electrice de transport sub înaltă tensiune. Se iau apoi pe rînd în discuție metodele caracteristice de prevenire sau avertizare folosite în străinătate, arătînd avantajele și dezavantajele principale ale fiecăreia. Apoi, se descrie aparatul de avertizare construit de autori, dînd scheme și desene de ansamblu.

Referatul se încheie cu performanțele obținuite la experimentările efectuate în condițiile cele mai grele de propagare.

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU: **Considerații critice cu privire la sensibilitatea punții Wheatstone** (referat 24.01).

Este discutată puntea Wheatstone cu fir etalonat și se explică apoi de ce sensibilitatea punții este cea mai mare pentru $\zeta = 1$:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{1_1}{1_2} = \zeta. \qquad (1)$$

În acest scop este folosită metoda tensiunii echivalente și astfel pentru circuitul galvanometrului avem:

$$U_{i5} = i_5 - (r_{i5} + r_5)$$

$$U_{i5} = u \frac{r_1 r_4 - r_2 r_3}{(r_1 + r_2)(r_3 + r_4)} \quad r_{i5} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} + \frac{r_3 r_4}{r_3 + r_4}. \qquad (2)$$

Cînd puntea este în echilibru, este valabilă următoarea ecuație:

$$\zeta = \frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{r_4}. \qquad (3)$$

Se obține:

$$u_{i5} = 0, \text{ deci } i_5 = 0.$$

Pentru mici variații ale cursorului spre stînga (α) și dreapta (β) din poziția de echilibru avem:

$$r_1' = r_1 \mp \delta r \qquad r_2' = r_2 \pm \delta r \qquad (4)$$

unde

$$r_1' + r_2' = r_1 + r_2 = \text{const.}$$

Reiese de aici:

$$u_{i5} = u \frac{\delta l}{l} \qquad (5)$$

unde l reprezintă lungimea firului etalonat.

Variația tensiunii echivalente u_{i5} este direct proporțională cu δl din poziția de echilibru.

Pentru mărimea variabilă a rezistenței ri_5 în cele două cazuri α și β reies următoarele ecuații:

$$\frac{r_1' r_2'}{r_1' + r_2'} = \frac{r_1 r_2 + (r_1 - r_2)\delta r}{r}; \quad \frac{r_1' r_2'}{r_1' + r_2'} = \frac{r_1 r_2 - (r_1 - r_2)\delta r}{r}$$

unde $(\delta r)^2$ este neglijabil.

Curentul electric care pentru poziția α este negativ iar pentru poziția β este pozitiv, suferă aceeași variație pentru ambele direcții dacă este îndeplinită condiția $r_1 - r = 0$.

Sensibilitatea maximă a punții o avem deci atunci cînd se obține o variație simetrică a curentului pentru ambele sensuri de mișcare a cursorului.

Curenții electrici i_1, i_2, i_3, i_4, i_5 se obțin pe cale grafică dacă sînt cunoscute tensiunea de la borne u și rezistența r_1, r_2, r_3, r_4, r_5.

Folosirea unui astfel de procedeu simplu grafic se recomandă deoarece ecuațiile pentru stabilirea curenților sînt destul de complicate.

Diagrama permite să se stabilească ușor rezistența r_4 pentru poziția de echilibru a punții și să se calculeze simplu valoarea maximă a curentului i_5 din galvanometru pentru $r_4 = \infty$.

Dr. ing. A. AVRAMESCU, ing. C. POPESCU și ing. D. MEHEDINȚI: **Instalație pentru încercarea magneților permanenți** (referat 24.02).

Arătînd importanța și necesitatea construirii unei instalații pentru încercarea magneților permanenți în țara noastră, autorii dau cîteva noțiuni asupra mărimilor fundamentale ale magneților permanenți și ale instalațiilor de măsură corespunzătoare. Apoi se trec în revistă metodele de măsurare a mărimilor magnetice și se descriu detaliat aparatele care compun instalația:

1. *Coercimetru de tip Stäblein simplificat*, realizat de autori pentru măsurarea forței coercitive pînă la 1 200 Oe, indicîndu-se atît parametrii electrici ai aparatului cît și mersul calculului de proiectare (constanta magnetică).

2. *Permeametru tip Neumann* pentru care se dă calculul circuitului magnetic al parametrilor electrici și modul în care se fac măsurătorile. Erorile sînt sub 3% la materiale magnetice cu forțe coercitive pînă la 1 200 Oe.

3. *O serie de fluxmetre pentru măsurarea rapidă a fluxului de dispersiune.*

Pentru alimentarea coercimetrului și permeametrului de mai sus s-a realizat o instalație de comandă și măsură specială care este descrisă detaliat împreună cu manverele necesare efectuării măsurătorilor. În fine se descrie pe scurt modul de etalonare a instalației și dispozitivele pentru mărirea randamentului și performanțelor ei.

În concluzie se arată rezultatele atinse în urma utilizării instalației pentru încercarea magneților permanenți și felul cum instalația s-a comportat în exploatare.

Ing. A. SEMLYÉN: **Contramagnetizarea cu defazare, o nouă metodă de compensare a erorii transformatoarelor de curent** (referat 24.03).

Schema lui Vahl care reprezintă forma clasică de contramagnetizare, stă la baza multor metode noi de compensare a transformatoarelor de curent. Ea poate fi studiată pe baza schemei echivalente cunoscute a transformatorului, dacă reducerea mărimilor secundare la primar se efectuează cu ajutorul raportului nominal de transformare în loc de raportul spirelor. Astfel, schemele echivalente în T a celor două miezuri se pot compune într-o schemă echivalentă rezultantă a transformatorului, iar aceasta permite să se stabilească cu ușurință expresia erorii sub formă complexă. Rezultă corecțiile obținute prin contramagnetizare. Analizînd expresia corecției erorii de unghi se constată că eroarea de unghi poate fi micșorată dacă pe miezul cu mai puține spire secundare se aplică o înfășurare terțiară reprezentînd o sarcină ohmică. În felul acesta contramagnetizarea (cu defazare) nu asigură numai mărirea permeabilității miezurilor ci realizează în același timp și compensarea tensiunii de pe impedanța de sarcină, prin aceea că, tensiunile induse în cele două miezuri au faze potrivite. Astfel se explică posibilitatea micșorării erorilor, în special a erorii de unghi, care nu poate fi influențată printr-o corecție de spire.

Compensarea experimentată în laborator pe baza unui model, poate fi aplicată pentru calculul unei serii de produse cu dimensiuni diferite ,folosind relații „de asemănare". Aceste relații se stabilesc astfel, încît mărimile specifice (magnetice și de compensare), de care depinde eroarea rămîn nemodificate. La stabilirea experimentală a compensării optime, trasarea unui număr mare de curbe de erori prezintă inconveniente; de asemenea și aprecierea calității compensării pe baza acestora este dificilă. Se propune de aceea o nouă metodă de exprimare a erorilor; ea constă în indicarea directă a clasei de precizie corespunzătoare erorii și curentului măsurat pe baza unor diagrame a limitelor de clasă stabilite de prescripții și completate prin interpolare pentru valori intermediare.

Ing. O. CENTEA și ing. V. MICLOȘI: **Analizor armonic** (referat 24.04).

În lucrare se relatează despre un aparat electric pentru efectuarea analizei armonice a unor curbe înregistrate experimental. Principiul pe care se bazează aparatul, este efectuarea analizei armonice pe cale electrică, după metoda grafică indicată de Roth. După cum este cunoscut, metoda constă din următoarele:

O perioadă a curbei se împarte în părți egale cu ordonatele $y_0, y_1, \ldots y_{m-1}$. Dintr-un punct central, ales arbitrar — orizontala de exemplu fiind considerată ca baza măsurării unghiurilor — se efectuează însumarea geometrică a vectorilor de mărimile y_0, y_1 etc., care formează cu orizontala unghiurile $0, \frac{k2\pi}{m}, 2\frac{k2\pi}{m} \cdots (m-1)\frac{k2\pi}{m}$ unde k indică ordinul armonicii curbei.

Rezultanta acestei însumări împărțită prin $\frac{m}{2}$ reprezintă, la o scară corespunzătoare, amplitudinea armonicii de ordinul k iar unghiul, pe care această rezultantă îl face cu perpendiculara pe dreapta ce a fost luată ca bază a măsurătorii, ne dă unghiul de fază a armonicii considerate. Unghiul de fază este considerat pozitiv dacă rezultanta este deplasată în sensul acelor ceasornicului față de perpendiculara pe linia de bază

a măsurării unghiurilor. În aparatul propus vectorii $\bar{y}_0, \bar{y}_1$ etc. corespund curenților alternativi sinusoidali de mărimea y_0, y_1 etc. și sînt defazați, unul față de celălalt cu unghiul $\frac{2\pi}{m}$. Prin măsurarea rezultantei acestor curenți se stabilește, la scara respectivă, amplitudinea armonicii de ordinul k. Unghiul de fază se găsește stabilind defazajul între curentul rezultant și un curent perpendicular pe curentul care a fost considerat ca bază de măsurare. Curenții necesari reprezentării vectorilor $\bar{y}_0, \bar{y}_1$ etc. se obțin alimentîndu-se dintr-o sursă cu m faze un sistem cu m rezistențe variabile.

Utilizarea aparatului se produce după cum urmează: Rezistențele R alimentate de către tensiunile U ale sursei sînt variate pînă cînd prin ele trec curenți corespunzători ordonatelor y. După stabilirea tuturor rezistențelor se măsoară suma totală a curenților prin rezistenele R, citirea ampermetrului ne dă la scara corespunzătoare amplitudinea armonicii de ordinul k iar fazmetrul indică unghiul de fază.

Pentru stabilirea altei armonici alimentarea surselor se comutează pe tensiunile corespunzătoare fără a fi necesară o variație a rezistențelor.

Ing. M. PREDA și ing. C. AMBROZIE: **Probleme referitoare la măsurarea energiei reactive și a factorului de putere mediu în rețelele trifazate (referat 24.05).**

În lucrare se arată posibilitățile de măsurare ce le oferă utilizarea contoarelor de inducție uzuale, conectate în rețelele trifazate cu asimetrie totală și se indică soluții aplicabile în condițiile din țara noastră, la măsurarea energiei reactive.

Se aduc precizări asupra lărgirii acestor posibilități atunci cînd contoarele se conectează prin intermediul transformatoarelor de măsură.

Se studiază valorile și limitele de variație ale erorilor de metodă ce însoțesc măsurarea energiei reactive și determinarea factorului de putere mediu prin procedeele considerate.

Ing. D. SAVOPOL: **Micșorarea tensiunii de aprindere a lămpilor cu neon** (referat 25.01).

Se analizează din punct de vedere teoretic posibilitățile de reducere a potențialului disruptiv al lămpilor cu descărcări electrice în neon. Se analizează modul de a obține această reducere prin acționarea asupra randamentului de extragere γ și a energiei de ionizare η (definită pentru cazul cîmpului electric omogen).

Se generalizează expresia potențialului disruptiv pentru cîmpuri electrice neomogene, pentru a putea utiliza metoda de reducere în cazul cîmpurilor de acest fel și, în particular, cazul încercătorului de tensiune monopolar.

Se descrie metoda experimentală și utilajele folosite pentru reducerea tensiunii de aprindere a lămpilor cu neon pe baza teoriei de mai sus.

Ing. GH. MOZES: **Obținerea sticlei mate pentru lămpi cu incandescență** (referat 25.02).

În lucrare se discută avantajele utilizării sticlei mate și posibilitatea înlocuirii sticlei opale și a corpurilor de iluminat în unele domenii.

Pe baza datelor din literatură se prezintă mecanismul procesului de mătuire și compozițiile recomandate. Se trage concluzia că compozițiile fără acid fluorhidric sînt cele mai economice.

Se prezintă pe scurt metodele experimentate pe mat intens și rezultatele obținute. Rezultatele optime s-au obținut cu compoziții pe bază de fluorură acidă de amoniu, acid sulfuric și sulfat de sodiu pentru care s-a determinat condițiile optime de lucru. Aceeași compoziție se poate utiliza pentru mat interior, în acest caz fiind necesar un tratament cu acid fluorhidric în scopul de a îmbunătăți caracteristicele mecanice.

Pentru obținerea unui mat cu difuzie slabă pentru lămpi cu radiații infraroșii s-au experimentat compoziții cu substanțe solubile și s-a ales o compoziție conținînd acid fluorhidric, sulfat de potasiu și fluorură acidă de amoniu, pentru care s-au determinat condițiile optime de lucru.

În diagrame și tabele se prezintă caracteristicele optime ale sticlei mate obținute.

Ing. AL. ROTH: **Metodă de proiectare a dimensiunilor spiralelor duble** (referat 25.03).

Se prezintă o fișă de calcul astfel întocmită încît conduce pas cu pas mersul calculului spiralelor duble, folosindu-se diagramele și formulele stabilite în lucrare.

Pornind de la calculul diametrelor D_1 și D_2 și a pasului s_1 și s_2 se sortează valorile care se încadrează în limitele indicate în lucrare și care în același timp, corespund unor dimensiuni existente în scara inimilor, dornurilor, respectiv plăcilor de montaj. Dintre aceste valori fișa păstrează apoi numai valorile care satisfac cu suficientă precizie relația de eliminare dedusă în lucrare, pe baza cărora rezultă toate celelalte dimensiuni ale spiralelor, posibil de executat pentru tipul respectiv.

Fișa prezentată în lucrare este completată cu un exemplu de calcul.

Ing. AL. ROTH și ing. A. BERMAN: **Calculul grafic al instalațiilor cu lămpi pentru radiații infraroșii** (referat 25.04).

Se deduc formule de calcul pentru dimensionarea instalațiilor cu lămpi pentru radiații infraroșii, bazate pe unele ipoteze simplificatoare, indicîndu-se modul în care trebuie executate măsurătorile constantelor caracteristice ale materialelor de încălzit pentru a li se putea aplica formulele stabilite.

Se prezintă o abacă combinată de calcul, bazată pe formulele stabilite, ilustrîndu-se modul de calcul prin exemple figurate pe abacă. Abaca permite ca din constantele materialului (a căror mod de calcul se indică în lucrare) și trei date fixate ale procesului de încălzire (de exemplu: durata, temperatura și capacitate de producție) să se stabilească celelalte date de proiectare (de exemplu: iradiație, putere, distanțe între lămpi și între lampă-obiect, număr de lămpi).

Dr. R. GRIGOROVICI și ing. AL. ROTH: **Stabilirea unui indice de calitate a firelor de wolfram pentru spiralizare** (referat 25.05).

În lucrare se stabilește experimental și teoretic un indice de calitate al firelor de wolfram din punctul de vedere al prelucrării lor pe mașinile de spiralizare Acest indice este dat de relația: $K = 2.10^5 \frac{\bar{\sigma}}{D}$ unde $\bar{\sigma}$ este o zecime din tensiunea de rupere a wolframului ($\bar{\sigma} = 38$ kgf/mm^2) iar D este modulul de deformare al materialului. Valoarea raportului $\bar{\sigma}/D$ se determină din relația $\frac{\bar{\sigma}}{D} = \frac{\pi^2 N_0^2 d^2}{4 l_0^2}$ supunînd firul de wolfram unei răsuciri sub tensiunea $\bar{\sigma}$ și măsurînd numărul de răsuciri N_0 la care firul începe să se scurteze. Scurtarea începe în momentul cînd forța longitudinală care apare în fir din cauza torsionării, egalează și întrece apoi forța de întindere. Firele de wolfram au fost împărțite în trei clase de calitate: clasa I — $K > 5\,000$; clasa a II-a — $5\,000 > K > 2\,000$; clasa a III-lea — $2\,000 > K$. Numai firele din clasa a II-a dau defecțiuni la spiralizare.

Experiențe de alungire asupra firelor de wolfram de bună și proastă calitate înainte și după torsionare cu N_0 ture arată că, buna calitate a unui fir de wolfram din punctul de vedere al spiralizării se datorește puternicii plasticizări a materialului prin răsucire spre deosebire de firele de calitate redusă. Plasticizarea este însoțită de alunecări și deslocări ale materialului.

Scurtarea ulterioară se datorește deformării elicoidale a firului datorită alungirii insuficiente a fibrelor marginale și este mai pronunțată la firele de calitate redusă.

Ing. GH. MACRIN și ing. C. CRUPENSCHI: **Noi sticle pentru electrovid folosite în R.P.R.** (referat 25.06).

Se discută sticlele utilizate pentru electrovid în R. P. R. Aceste sticle s-au topit pînă în 1955 numai în oale de topit sticlă. Ele nu se puteau asambla în condiții corespunzătoare cu sticlele de plumb aduse din import. O dată cu nevoile de mărire a productivității instalațiilor și de îmbunătățire a calității sticlei s-a încercat a se adapta și rețetele de topit sticlă. În acest scop s-a studiat compoziția materiilor prime

din țară, rețetele străine de sticlă pentru electrovid și s-au făcut încercări practice de topire a sticlei în vane. Rezultatele au dus la înlocuirea rețetelor vechi cu o rețetă unitară, foarte apropiată de cele folosite în străinătate (U. R. S. S. și R. P. U.) care cu mici adaptări se poate folosi atît la procedeul topirii sticlelor în oale cît și în vane.

Aceste sticle sînt mai economice, mai ușor de fabricat, au o calitate mai bună din punct de vedere fizico-mecanic cît, mai ales, din punctul de vedere al rezistenței chimice, așezîndu-se la nivelul celor mai bune sticle de electrovid.

Se dau date comparative între sticlele vechi și noi și se discută comparativ calitatea lor.

Ing. A. BERMAN: **Asupra depunerii metalelor prin evaporare în vid** (referat 25.07).

Se analizează parametrii de care depinde uniformitatea grosimii unui strat metalic subțire, reflector, depus pe balonul lămpilor oglindate prin evaporare în vid.

Plecînd de la o situație existentă în fabricație se arată că depunerea stratului metalic este neuniformă datorită vidului insuficient cît și plasării neconvenabile a izvorului de evaporare. Pentru o așezare convenabilă a izvorului de evaporare și cu aceeași presiune în instalația de evaporare, ca în cazul precedent, uniformitatea depunerii se îmbunătățește. Rezultatele experimentale confirmă datele obținute prin calcul. Se arată, în continuare, că pentru a se obține o distribuție uniformă a stratului metalic pe peretele balonului este necesar ca practic toți atomii plecați din izvorul de evaporare să ajungă pe perete. În cazul cînd izvorul de evaporare este plasat convenabil această condiție poate fi îndeplinită numai în cazul realizării unui vid de 10^{-5} mm Hg.

Ing. N. PREDOLEANU: **Studiu comparativ asupra indicilor de calitate ai lămpilor cu incandescență folosiți în străinătate și în R.P.R.** (referat 25.08).

Această lucrare cuprinde două părți. În prima parte se face o comparație între condițiile de calitate impuse la recepție de normele R .P. R. și normele internaționale, insistîndu-se asupra diferențelor ce există în privința condițiilor electrice, fotometrice și de durată și în privința dispersiei. În partea a doua a lucrării se arată ce factori de calitate sînt urmăriți sistematic în timpul fabricației, în fabricile din străinătate și în fabricile din țara noastră și se arată, cu ajutorul diferitelor diagrame, condițiile impuse în străinătate și în țara noastră cum și realizările obținute în R. P. R.

Ing. P. NEGOIANU: **Asupra dimensionării lămpilor stabilizatoare de curent Fe, H** (referat 25.09).

Articolul conține stabilirea unei metode pentru dimensionarea firului de fier și a balonului de sticlă la baretoarele cu fier hidrogen.

Se pornește de la unele modele executate în laborator și pe baza lor se stabilesc curbe cu ajutorul cărora se pot confecționa diverse tipuri de baretoare. Exemplare fabricate de uzine producătoare de asemenea tuburi s-au înscris în aceste curbe destul de corect. Tot experimental, s-a putut stabili presiunea optimă a hidrogenului din baretor. Din piesele executate s-au putat stabili formule cu ajutorul cărora proiectarea diverselor tipuri de baretoare să fie posibilă.

Ing. C. CRUPENSCHI: **Mecanizarea fabricării sticlei electrotehnice pentru electrovid** (referat 25.10).

După o trecere în revistă a metodelor manuale și semimanuale de fabricare a sticlei electrotehnice pentru electrovid în care se descrie tehnologia detaliată a fabricației și avantajele și dezavantajele legate de aceste metode de producție, sînt descrise pe larg metodele de mecanizare a acestei fabricații. Se arată că mecanizarea producției conduce la sporirea producției și la îmbunătățirea calității produselor, dar cere cadre cu calificare corespunzătoare.

Ing. GH. MACRIN: **Protecția anticorosivă a soclurilor de oțel pentru lămpile electrice** (referat 26.01).

Referatul tratează despre:

1. *Condițiile tehnice pentru straturile anticorosive ale soclurilor de oțel.* Se arată motivele tehnice și economice pentru care în R. P. R. s-a ales soluția zincării directă (fără cuprare prealabilă) a soclurilor, urmată de pasivizare.

2. *Procedeul utilizat.* Se utilizează băi staționare de lemn sau oțel de 300—600 l capacitate, cu anozi de zinc turnat. Drept catozi se folosesc rame pentru fixarea individuală a soclurilor. Capacitatea medie a unei rame este de 60 de socluri (E 27). Ca utilaje auxiliare se folosesc: băi de decapare, de recuperare, de spălare, cuptor de uscare în curent de aer cald, găleți de metale perforate pentru manipulare, decapare și spălare. Se dă tabela de rețele folosite, vechi și noi (băi bazice), în raport cu materiile prime utilizate. Aceste rețete se încadrează între cele mai bune rețete sovietice (Viam) și germane (Pfanhauser). Rețetele noi necesită: pH—14, temperatura băilor 30—50°C; densitatea curentului 1—3 A/dm². Tensiunea de lucru 6—12 V (preferabil cît mai mare). Se dau indicații tehnice cu privire la întreținerea și verificarea băilor.

3. *Pasivizarea soclurilor.* Se descrie procedeul de pasivizare. Soclurile decapate în soluție de acid azotic 5% se spală cu apă și apoi se pasivizează în soluție de Cr_2O_3—5% timp de 2—3 s, se spală din nou cu apă și se usucă.

Ing. R. DORDEA: **Tehnologia acoperirii cu un strat pasiv, a pieselor folosite în fabricația de aparate electrice** (referat 26.02).

În scopul măririi rezistenței la coroziune a acoperirilor cu zinc se procedează la o pasivizare a acestora. Pasivizarea constă în tratarea chimică în soluții de crom cu adaosuri de acid sulfuric, clorură de sodiu sau acid formic, care are ca efect formarea unei pelicule pasive subțiri de cromați (de crom și zinc) greu solubili. Sînt mai multe soluții practice pentru realizarea pasivizării, unele dintre ele avînd ca element de bază bicromatul de sodiu iar altele anhidrida cromică. Prin pasivizare rezistența la coroziune a pieselor zincate crește de aproximativ 6—8 ori în comparație cu cele nepasivizate.

În cadrul întreprinderii Electroaparataj, București s-au făcut o serie de încercări cu diferite soluții, piesele pasivizate supunîndu-se apoi probelor de corodare. Rezultatele au confirmat datele din literatura de specialitate. Afară de aceasta s-a constatat că o protecție mai bună se obține în cazul pasivizării pieselor zincate lucios.

La întreprinderea Electroaparataj pasivizarea se aplică în producția în serie, aceasta făcîndu-se asupra pieselor zincate lucios în prealabil. Soluția care se întrebuințează este următoarea:

— bicromat de sodiu $Na_2Cr_2O_7$ 190—205 g/l;

— acid sulfuric H_2SO_4 (g. spec. 1,84) 8—10 cm³/l la temperatura de 15—25°C timp de 5—15 s.

Referate

Electrotehnica teoretică

CZ 621.318.4 : 621.372.512.24

Teoria bobinelor cuplate ortogonal magnetic. [După Higa H. W.: Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. **74** (1955), 204—208].

În articol se consideră fenomenul de interacţiune care are loc între două bobine cuplate ortogonal, care se găsesc înfăşurate pe un miez feromagnetic şi cufundate într-un mediu cu permeabilitate infinită.

Se consideră că miezul feromagnetic nu prezintă fenomenul de histerezis şi nici nu are pierderi prin curenţi Foucault.

Se face mai întîi o analiză fizică a fenomenului, prin care se arată că deşi bobinele sînt cuplate ortogonal, datorită variaţiei permeabilităţii miezului cu intensitatea cîmpului magnetic H, va apare o interacţiune între acestea. Apoi se face o analiză matematică a acestei interacţiuni, bazată pe aproximarea caracteristicii de magnetizare cu un polinom de gradul 3. Se consideră cîteva cazuri concrete, în care se aplică primei bobine o t. e. m. sinusoidală şi se calculează curentul şi tensiunea indusă în secundar. Se remarcă analogia dintre acest fenomen şi fenomenul de ferorezonanţă din alte tipuri de circuite şi se insistă asupra aplicaţiei fenomenului în ceea ce priveşte multiplicarea şi divizarea frecvenţei.

Gh. R. I.

CZ 621.318.4.013 : 538.122

Cîmpul unui disc uniform încărcat şi cîmpul magnetic al unei bobine cilindrice circulare subţiri cu spire alăturate, parcursă de un curent continuu. [După Cazenave R., Rev. Gén. Electr., **65** (1956), 5, 301—310].

În articol se consideră echivalenţa într-o bobină cilindrică circulară subţire cu spire alăturate, parcursă de un curent continuu şi un magnet de o aceeaşi formă şi de aceleaşi dimensiuni, avînd pe cele două suprafeţe laterale două foiţe magnetice cu densităţi de sarcină magnetică egale şi opuse ca semn.

Pentru studiul cîmpului magnetic al bobinei se examinează mai întîi cîmpul unui disc încărcat uniform, determinîndu-se în acest caz potenţialul şi apoi cîmpul respectiv. Pe baza acestui studiu se deduc inductivităţile mutuale între bobina considerată şi o spiră ca axială, respectiv o spiră proprie şi apoi se calculează cîmpul magnetic al bobinei.

În încheiere, autorul discută unele aplicaţii ale teoriei dezvoltate în ceea ce priveşte magneţii cilindrici circulari.

Gh. R. I.

CZ 621.372.5 : 621.372.44

Analiza unor circuite cuplate neliniare. [După Ku J. H., Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. **74** (1955), 430—443].

În articol se expune o metodă de analiză a două circuite cuplate, care pot conţine mai multe elemente neliniare, atît în ramura comună de cuplaj, cît şi în ramurile separate ale circuitelor.

Metoda constă în formularea ecuaţiilor diferenţiale neliniare, corespunzătoare circuitului, şi în rezolvarea simultană a acestora cu ajutorul metodei planului fazelor.

În articol se expun bazele generale ale metodei şi se indică apoi cîteva exemple de aplicare ale acesteia.

Gh. R. I.

CZ 537.311.1

Momentul electromagnetic şi inerţia electronilor din circuite. [După E. G. Gullwick; Proc. I.E.E. part. C **103** (1956), 159—170].

În volumul al doilea al tratatului său Maxwell a dezvoltat teoria circuitelor parcurse de curenţi, din consideraţii generale dinamice. Tot în acest volum el a discutat efectele ce s-ar putea pune în evidenţă experimental dacă curentul electric ar proveni din mişcarea reală a unei substanţe posedînd inerţie. Cum pe timpul său aceste efecte nu au putut fi puse în evidenţă experimental, Maxwell a dedus că curentul electric nu provine din mişcarea reală a unei substanţe posedînd inerţie.

Astăzi se ştie însă că trecerea curentului electric printr-un conductor provine din mişcarea electronilor în conductorul respectiv şi se cunosc experienţe care pun în evidenţă efectele. Se consideră anume că curentul provine din mişcarea electronilor de-a lungul conductorului respectiv, mişcare efectuată cu o viteză medie foarte mică, mişcare la care participă toţi electronii de conducţie. Mişcarea se face astfel încît energia cinetică a electronilor este foarte mică în comparaţie cu energia magnetică a curentului. În modul acesta efectele inerţiale ale electronilor sînt admise oarecum în afara teoriei clasice electromagnetice, poziţie care este ilogică, dacă se identifică — aşa cum este uzual — energia cinetică şi cea magnetică a electronilor liberi.

Se poate arăta însă că această identificare este posibilă în cadrul schemei generale electromagnetice. Anume, identificînd energia cinetică a electronilor de conducţie dintr-un circuit cu energia magnetică a curentului, astfel, încît, efectele inerţiei electronilor să intre în schema generală. În consecinţă curentul dintr-un circuit se consideră ca avînd o masă electromagnetică a cărui mişcare produce moment electromagnetic, atunci cînd, curentul circulă. Acest moment este responsabil de efectele inerţiei electronilor şi de asemenea explică forţele ce se manifestă în anumite circuite.

Forma relativistă a teoriei indică posibilitatea ca legile electromagnetismului să devină neliniare, cel puţin în unele cazuri. Actuala teorie încearcă să explice şi superconductibilitatea.

E. N.

CZ 530.19.001.57 : 517.54

Studiul analogic al cîmpurilor prin metoda transformării conforme. [După Farr H. K., Keen W. A., Trans Amer. Inst. electr. Engrs, **74** (1955), 395—400].

În articol se expune o metodă de îmbunătăţire a studiului analogic al cîmpurilor cu ajutorul unei cuve electrolitice, prin metoda transformării conforme. Cu ajutorul unei anumite transformări conforme, constînd din inversiunea geometrică a figurilor plane, se pot elimina erorile datorite efectului de margine produse în cuva electrolitică şi se pot studia mai cu precizie anumite regiuni dorite din cîmpul considerat. Metoda de studiu expusă are aplicabilitate mai generală, în cazul cîmpurilor din medii anizotrope, ca şi în cazul cîmpurilor cu simetrie circulară.

Gh. R. I.

Aparate electrice. Cabluri

CZ 621.316.57.066.3

Un nou tip de întreruptor de înaltă tensiune. [După Hill W. A. şi Friedrich E. R.: Electrical Engng. (1957), 5, 394—399].

Creşterea continuă a caracteristicilor întreruptoarelor, tensiune şi putere de rupere, a pus problema foarte serioasă a încercării acestor aparate, puterea necesară încercării lor depăşind cu mult posibilităţile oricărui laborator. Soluţia o constituie întreruptoarele cu rupere multiplă constituie din mai multe unităţi identice, prin a căror asamblare se pot obţine aparate pentru diverse tensiuni. Se descrie construcţia unui întreruptor de 330 kV, 25 000 MVA compus din patru unităţi. S-au efectuat asupra lor încercări la puterea de rupere, încercarea la curent momentan de 70 500 A şi la curent de 48 000 A de 4 s. La un curent permanent de 2 000 A contactele s-au supraîncălzit cu 30°C. S-au efectuat încercări de întrerupere a liniei în gol pe diferite distanţe. Ulterior s-a realizat un întreruptor similar pentru 230 kV, 20 000 MVA şi altul pentru 161 kV, 15 000 MVA constituiţi din cîte două unităţi. Mai recent s-a încercat cu succes utilizarea unei singure unităţi, cu mici modificări constructive pentru 69 kV, 5 000 kVA. Se insistă asupra avantajelor pe care le prezintă această construcţie din punctul de vedere al întreţinerii.

I.G.

CZ 621.315.626.1.027.89

Construcţia unui izolator de trecere de 1 MV. [După R. Crämer: Elektrotechn. Z.-B, (1957), 357—359].

În institutul de cercetări A. E. G. există, printre altele un laborator în care se pot executa încercări cu tensiuni pînă la 4 MV şi unde se pot proba aparatajele de 400 kV sub orice condiţii, care apar în natură: ploaie, ceaţă etc. Pentru transmiterea în aer liber a tensiunilor produse în laborator, acesta a fost prevăzut cu un izolator de trecere pentru 1 MV. Izolatorul se compune din două corpuri de porţelan a 4 m lungime. Adăugîndu-se şi armătura pentru fixarea la zidul de trecere cum şi capetele-ecran, reiese o lungime totală a izolatorului de 10 m şi un diametru de 1 m al capătului dinspre zid al porţelanului. Greutatea izolatorului este de 8 t.

Montarea la armătura de fixare în zid a celor două corpuri de porţelan nu s-a putut face prin chituire şi s-a recurs la presiune. Pentru a se elimina aproape complet solicitarea de încovoiere a porţelanului, s-a exercitat asupra capetelor exterioare ale corpurilor de porţelan o presiune axială de 25 t cu ajutorul strîngerii unor piuliţe exterioare pe ţeava conductoare (bolţul), care traversează în lung izolatorul şi care este întinsă astfel cu 25 t controlabile prin arcuri etalonate şi amplasate între piuliţe şi capetele izolatorului.

Pentru repartizarea justă a cîmpului electric şi pentru evitarea străpungerii de la bolţul conductor la armătură s-au intercalat şase straturi de condensatoare cilindrice în golul dintre porţelan şi bolţul conductor. Înainte de montarea izolatorului partea interioară se usucă în vacuum, iar după montajul complet se umple spaţiul dintre condensatoare şi corpurile de porţelan cu ulei de transformator care impregnează dielectricul. În timpul montajului în zid al izolatorului, uleiul este înlocuit în mod trecător cu azot în scopul unei manevrări mai uşoare.

G. C.

CZ 621.315.2.027.7

Cîteva probleme actuale privind cablurile pentru reţelele pînă la 60 kV. [După G. Weisenberger: Elektrizitätsverwertung (1957), 135—145].

După cum a dovedit experienţa de peste 50 de ani, cablurile sînt mai sigure decît liniile aeriene. Dacă pînă acum 10 ani se utilizau pentru tensiuni pînă la 20 kV aproape exclusiv cabluri izolate cu hîrtie impregnată, cablurile cu izolaţie sintetică sînt din ce în ce mai mult luate în considerare. Pînă la 50 kV cablurile cu izolaţie solidă au dat deplină satisfacţie cu toată teama de îmbătrînire a dielectricului datorită formării cavităţilor lîngă conductorul de cupru. Îmbătrînirea poate fi evitată folosindu-se substanţe impregnante fluide, de exemplu ulei. Cablurile cu ulei — termic stabile — pot fi folosite fără greutate pînă la tensiuni de 400 kV.

Izolaţia pe bază de policlorură de vinil (PVC) a cablurilor de joasă tensiune rezistă perfect la umiditate. Apărate cu o armătură metalică aceste cabluri pot fi aşezate direct pe pămînt. Ele sînt apreciate din cauza greutăţii reduse, a suprafeţei netede şi pentru marea lor supleţă. Izolaţia nefiind hidrofilă nu sînt necesare cutii terminale şi pentru că nu se deplasează ele pot fi trase în puţuri verticale. În plus nu sînt supuse coroziunii electrolitice sau chimice. Pentru distanţe mari cablurile izolate cu hîrtie rămîn mai ieftine însă pentru distanţe scurte — ţinînd seama de eliminarea cutiilor terminale şi de manopera redusă — cablurile sintetice sînt mai avantajoase.

În continuare se examinează felul cum se obţine PVC, construcţia cablurilor respective şi montajul lor.

Pentru tensiuni pînă la 20 kV se utilizează deseori în ultimii ani cablurile izolate cu polietilen. În instalaţiile interioare dispozitivele terminale simple înlesnesc montajul şi economisesc spaţiul. Greutatea lor mică înlesneşte transportul în special în teren accidentat. Sînt recomandate în locurile unde mantaua de plumb este periclitată de coroziune şi în industria chimică. Prezintă însă inconvenientul că pot fi uşor străpunse electric. Se trece în revistă modul de preparare al polietilenei precum şi caracteristicile fizice şi electrice ale acesteia.

Materialele termoplastice noi nefiind hidrofile se poate renunţa la mantaua de plumb obţinînd cabluri mai uşoare şi mai flexibile. Pentru tensiuni peste 10 kV s-a încercat eliminarea cutiilor terminale însă praful care se acumulează poate provoca conturări. În instalaţiile exterioare este deci necesară folosirea izolatoarelor ceramice la extremităţile acestor cabluri. Se arată modul de montare al acestora şi utilajul folosit în acest scop.

La cablurile pentru tensiuni de 50 kV s-a constatat că avariile se datoresc pătrunderii umidităţii în locurile unde mantaua de plumb a fost deteriorată sau coroziunii. În consecinţă se aplică din ce în ce mai des straturi de cauciuc, PVC sau polietilen pentru protecţia contra coroziunii. Fiecare din acestea prezintă o serie de avantaje şi dezavantaje din care rezultă domeniul lor de utilizare.

Cablurile cu ulei prezintă unele avantaje care le fac indicate pentru tensiuni şi puteri mari. Alegerea lor depinde printre altele şi de calculul economic care este influenţat în cea mai mare măsură de costul întreţinerii.

O comparaţie între cablurile cu izolaţie solidă şi cele cu ulei arată că pentru o lungime de 10 km costul celor din urmă este de numai 86% din costul primelor. Pentru puteri mijlocii şi lungimi de cîţiva kilometri, cablurile cu ulei sînt mai avantajoase. Ele suportă suprasarcini şi orice scurgere prin cămaşa de plumb deteriorată este indicată de scăderea presiunii. Pentru aceste motive cablurile cu ulei sînt preferabile atît din punct de vedere tehnic cît şi economic.

N. K.

Măsurători electrice

CZ 621.317.72.087 : 551.594.11

Măsurarea şi înregistrarea potenţialului electrostatic atmosferic. [După Carroll J. S., Hammond S. B., Stewart E. H.: Trans. Amer. Inst. electr. Engrs.; 74 (1955), 517—520].

În măsurarea potenţialului electrostatic atmosferic intervine dificultatea separării influenţei puterii necesare pentru alimentarea instrumentului de măsură asupra însăşi mărimii măsurate, care este de o valoare comparabilă.

Din acest motiv se cer instrumente de măsură cu impedanţe la intrare foarte mari. S-au dezvoltat o serie de metode de măsură care folosesc instrumente de măsură foarte sensibile, dar nu pot asigura înregistrarea rezultatelor măsurării pe o perioadă de timp mai îndelungată.

În articol se descrie un nou aparat de măsură foarte sensibil, care permite înregistrarea rezultatului măsurării. Aparatul se compune dintr-o probă radioactivă, care măsoară potenţialul electrostatic atmosferic, dintr-un condensator rotativ, un fel de generator electrostatic, care transformă tensiunea de curent continuu furnizată de probă, într-o tensiune de curent alternativ, dintr-un amplificator pentru amplificarea acestei tensiuni şi dintr-un dispozitiv de înregistrare al acesteia.

În articol se dă o descriere amănunţită a fiecăreia dintre aceste părţi componente.

Gh. R. I.

CZ 621.34 : 64 : 534.837

Măsurarea zgomotelor aparatelor electrocasnice. [După Elektrizitätsverwertung, (1957) 4, 114—118].

Lupta contra zgomotului nu numai pe stradă ci şi în apartamente devenind una din problemele urgente ale timpului nostru, a devenit indispensabil ca acestea să fie măsurate cu precizie. Institutul menajer elveţian a efectuat diferite măsurători cu diverse aparate electrocasnice, în colaborare cu Şcoala Politehnică Federală.

Spre diferenţă de mărimile fizice efectele fiziologice şi psihologice ale zgomotului nu pot fi măsurate exact. Experienţele efectuate pe numeroase persoane au permis stabilirea de curbe echifonice care corespund efectului subiectiv exercitat asupra urechii, însă numai pentru sunetele pure. O unitate de măsură nouă — sonul — a fost adoptată pentru măsurarea efectului subiectiv al zgomotului. Aceasta este realizabilă cu ajutorul fenomenelor etalonate în consecinţă, ceea ce necesită o subdivizare în benzi de frecvenţă, rezultatele fiind apoi însumate. În acest fel aparatajul este mai complicat şi măsurătorile durează mai mult decît cele uzuale în foni.

În afara proprietăţilor fiziologice ale urechii, mai intervin şi alţi factori, în special durata zgomotului şi receptivitatea observatorului.

Cu ajutorul unui dispozitiv de măsurare a nivelului zgomotului ,etalonat în foni, s-a măsurat zgomotul diferitelor aparate electrocasnice în condiţii similare cu cele din practică.

Pentru aspiratoarele de praf măsurătorile au fost făcute pe parchet şi pe covor, iar pentru maşinile de cusut la viteze diferite. S-a constatat că zgomotul depinde de viteza maşinii şi nu de grosimea şi natura materialului cusut.

Rezultatele măsurătorilor arată că aspiratoarele produc zgomote de 70—81 foni, maşinile de cusut de 70 foni, amestecătoarele de bucătărie de 90 foni, presele de fructe de 95 foni etc. Aşezînd sub maşina de cusut un material absorbant al zgomotului se obţine o scădere a acestuia cu 2—5 foni. Zgomotul făcut de maşinile de bucătărie este acceptabil numai pentrucă durează foarte puţin. Pentru comparaţie se menţionează că la distanţa de 7 m zgomotul produs de o motocicletă este de 80 foni iar cel produs de un tractor de 90 foni.

Nivelul zgomotelor indicat mai sus nu poate fi considerat ca cel maxim admisibil. Întrucît nivelul de 70—90 foni este supărător pentru o perioadă mai lungă este necesar ca firmele constructoare să caute să reducă în măsura posibilului acest nivel.

N. K.

CZ 621.316.1.004.6 :621.317.7.087

Înregistrator de perturbaţii pentru reţele de înaltă şi medie tensiune I. [După Oesinghaus W.: Arch. Techn. Messen, 254, (1957) 036—10, 59—62].

Aparatul descris trebuie să înregistreze din punct de vedere electric şi ca variaţie în timp perturbaţiile, adică fenomene rapide şi cît mai adesea neprevăzute. Cunoscîndu-se cauzele, pot fi luate măsuri pentru înlăturarea şi prevenirea defectelor. Problemele care trebuie studiate se împart în patru grupe: I. perturbaţiile, II. comportarea reţelei în cazul perturbaţiilor, III. intervenţia personalului de exploatare în înlăturarea perturbaţiei, IV. bazele unei statistici a perturbaţiilor. În interiorul fiecărei grupe se enumeră criteriile de studiere a grupei. Aparatele utilizate în aceste lucrări trebuie să fie înregistratoare, oricînd gata de funcţionare, uşor observabile şi trebuie să înregistreze valori medii. În caz de defect un releu de comandă declanşează pornirea înregistratorului. Pentru declanşare se foloseşte unul din criteriile perturbaţiei sub forma de impuls. Se dă o schemă pentru o instalaţie cu declanşare prin scurtcircuit sau prin punere la pămînt şi alta prin scăderea tensiunii în funcţie de timp du/dt, explicîndu-se particularităţile fiecăreia. La sfîrşit se descrie mecanismul de acţionare a benzii de hîrtie, explicîndu-se detaliat dispozitivul de trecere de la mişcarea lentă la mişcarea rapidă.

A. S.

CZ 621.374.32 :621.318.13

Un reductor magnetic de impulsuri. [După Kaulfersch H.: Arch. Techn. Messen, 254, (1957), V. 071—6. 63—64].

În acest articol se analizează aplicaţii ale noilor materiale magnetice moi, cu buclă de magnetizare rectangulară, în tehnica impulsurilor. Impulsurile sînt transformate în impulsuri cu aceeaşi intregrală de tensiune de un reductor cu miez din materialul citat şi ajung apoi la o bobină de şoc cu miezul din acelaşi material, pe care o magnetizează treptat. În timpul procesului de magnetizare circulă numai curentul mic de magnetizare a bobinei de şoc. La al n-lea impuls bobina de şoc ajunge la saturaţie şi curentul mai mare care circulă din acest moment acţionează un indicator (de exemplu, un releu) care arată al n-lea impuls şi demagnetizează deodată bobina. Asemenea reductoare, care pot lucra pînă la frecvenţe de impulsuri de circa 80 Hz, au avantajul că pentru păstrarea impulsurilor acumulate nu este necesară nici o energie. Costul faţă de alte instalaţii, de exemplu cu tuburi electronice, este mai mic.

Se explică fenomenele de magnetizare, integrala de tensiune arătîndu-se metoda de producere a impulsurilor de integrală constantă de tensiune, arătîndu-se schemele necesare.

A. S.

Redresoare

CZ 621.314.65 : 621.313.2.621.944

Alimentarea motoarelor mari de laminoare prin intermediul redresoarelor. [După Caussin C.: Bull. Soc. franc. Electr., (1957) 76, 323—334].

Larga folosire a redresoarelor în ultima vreme a pus această problemă la ordinea zilei. Realizările actuale au fost facilitate prin numeroase studii preliminare şi există astăzi în Europa un important număr de motoare reversibile de mari puteri, alimentate prin redresoare. După cîteva consideraţii generale asupra ciclului unui motor de laminor, se reamintesc formulele care se aplică unui grup ondulator şi defectele care se pot ivi în timpul funcţionării. Suprapunerea diagramei unui grup redresor-ondulor şi a unui motor, arată schemele posibile şi permite explicarea secvenţelor. În continuare, se trec în revistă cîteva aspecte importante ale problemei: factorul de putere, instantaneu şi mediu, procedee folosite pentru ameliorarea lui, randamentul armonicii, preţul unei instalaţii. Articolul, de alură generală, nu intră în detalii de realizare, acestea urmînd a se prezenta în continuare.

B. A.

Electrometalurgie

CZ 621.357.9.024

Studiu pentru reactualizarea folosirii curentului continuu în metalurgia electrotermică. [După Dodero M. M.: Bull. Soc. franc. Electr., (1957) 77, 276—284].

Se arată că iniţial, electrometalurgia a folosit curentul continuu încă înaintea anului 1900 şi că Héroult a efectuat primele sale încercări de preparare a oţelului utilizînd curentul continuu.

Efectul electrolitic a fost adesea neglijat sau considerat ca nefast şi curentul alternativ a fost substituit curentului continuu, datorită uşurinţei în exploatare. Se arată că numenoase procese electrolitice ar putea fi folosite în electrometalurgie sau în electrosiderurgie şi în special la fabricarea oţelurilor uşor aliate. În special, din punct de vedere economic, folosirea curentului continuu în metalurgie ar fi avantajoasă.

B. A.

Recenzii

CZ 621.316.3/.9.027.3

ZALESSKII A. M.: Aparate electrice de înaltă tensiune. Editura Energetică de Stat Moscova-Leningrad, 1957.

Literatura tehnică sovietică din ultimii ani prezenta un oarecare gol în domeniul aparatelor electrice de înaltă tensiune. Cărţile prof. M. A. Babicov: „*Aparate electrice*“ şi „*Aparate electrice de înaltă tensiune*“ erau insuficiente pentru a pregăti din punct de vedere teoretic şi constructiv pe tinerii ingineri din fabricile constructoare sau din exploatare.

Referiri foarte concise şi sumare în deosebi în partea constructivă, în legătură cu aparatele de înaltă tensiune se mai puteau găsi şi în unele lucrări care studiau partea electrică a staţiilor şi substaţiilor, ca de ex. în lucrarea prof. A. A. Glazunov.

Lucrarea prof. A. M. Zalesskii „*Aparate electrice de înaltă tensiune*“ umple golul ivit în literatura tehnică sovietică. Conţinutul lucrării pune în evidenţă intenţia autorului de a sublinia problemele teoretice. Într-adevăr 3/5 din lucrare se referă la problemele generale teoretice ale aparatelor electrice, pe cînd descrierea construcţiei şi caracteristicilor aparatelor ocupă restul de 2/5.

Autorul, după ce face o scurtă introducere, în care prezintă un istoric al construcţiei de aparate electrice de înaltă tensiune în U. R. S. S. şi denumirile, clasificarea şi condiţiile de funcţionare a aparatelor, atacă un prim capitol, încălzirea aparatelor. Bazîndu-se pe faptul că inginerii tineri au o pregătire matematică serioasă, autorul îşi permite să facă o expunere ştiinţifică, refuzînd o prezentare dogmatică a problemelor de încălzire, aşa de des întîlnită în lucrări referitoare la acest

domeniu al tehnicii. Se studiază pe baza ecuaţiilor diferenţiale ale încălzirii diferite cazuri ca: încălzirea staţionară a unui conductor, în care recurge la funcţia Bessel; încălzirea unui conductor al cărui capăt este supus la o temperatură constantă; încălzirea unei bobine; încălzirea conductoarelor la scurtcircuit etc.

40 de pagini din lucrare sînt destinate studiului forţelor electrodinamice ce apar în funcţionarea aparatelor electrice. Se expun relaţiile generale, stabilite şi în cursurile de electrotehnică şi se aplică aceste relaţii în diferite cazuri concrete: segmente liniare de bare paralele de lungimi şi poziţii relative diferite; segmente de bare făcînd un unghi între ele sau cazul şi mai general al barelor aşezate oricum în spaţiu sau avînd o configuraţie diferită de cea liniară; spirele unei bobine. Se calculează atît forţele cît şi momentele electrodinamice.

Capitolul următor se referă la teoria contactelor electrice. Se ştie că studiile efectuate pînă în prezent în acest domeniu nu l-au epuizat, teoria contactelor rămînînd un capitol deschis al teoriei generale a aparatelor. Autorul prezintă teoria rezistenţei de trecere a contactului, stabilind relaţiile dintre diferiţii parametri care influenţează rezistenţa contactului. După ce descrie din punct de vedere constructiv o serie de tipuri de contacte continui sau intermitente, autorul atacă problema funcţionării în caz de scurtcircuit a contactului; problema încălzirii contactului punctiform şi prezintă diferite materiale utilizate în confecţionarea contactelor.

Arcul electric la întreruperea circuitului constituie tema capitolului al patrulea. Caracteristicile fizice ale arcului electric, procesele ce au loc în catoda arcului, stabilitatea lui, iată cîteva aspecte studiate în acest capitol. Din păcate problemele menţionate se referă la arcul electric în general şi mai puţin la arcul din aparatele electrice, care are loc în condiţii specifice de mediu, formă a coloanei, mijloace de stingere, timp de funcţionare deosebit de scurt.

Cele mai multe pagini ale acestei prime părţi generale sînt rezervate problemei ridicate de izolaţia aparatelor. Autorul prezintă la început atît condiţiile cerute de funcţionarea izolatoarelor cît şi diferite tipuri constructive de izolatoare. În continuare, se prezintă, pe baza datelor teoretico-experimentale, intervalele de izolaţie necesare în aparatele electrice aflate în aer sau ulei, funcţie de tensiunea instalaţiei şi problema descărcărilor electrice la suprafaţa izolatoarelor. Sînt arătate diferite curbe experimentale, utile pentru cei ce lucrează în domeniul construcţiei şi exploatării aparatelor electrice de înaltă tensiune.

În partea a doua a lucrării, autorul începe prin a lămuri întîi în mod teoretic unele mărimi esenţiale pentru aprecierea şi alegerea întreruptoarelor electrice. După o scurtă clasificare a întreruptoarelor de înaltă tensiune se descrie construcţia aparatelor sovietice de tipurile următoare: cu ulei mult; cu ulei puţin; cu apă (fără a se insista, datorită faptului că cercetătorii sovietici au stabilit că asemenea întreruptoare nu dau satisfacţie în general din cauza temperaturii ridicate a apei, a coroziunii părţilor metalice); cu gaze; cu gaze şi stingere electromagnetică a arcului. Un subcapitol, poate prea sumar, tratează despre mecanismele de acţionare din întreruptoare, iar un alt capitol este rezervat separatoarelor.

Aparatele de protecţie şi bobinele limitatoare de curent constituie subiectul capitolului al şaptelea. Se indică tipuri de reactoare, o metodică de calcul a inductivităţii, ceva despre forţele electrodinamice şi protecţia reactoarelor împotriva supratensiunilor. Cîteva date despre siguranţe fuzibile tubulare cu sau fără gaz şi despre descărcătoare tubulare de diferite tipuri completează acest capitol.

Un alt capitol, mai extins decît este necesar într-o asemenea lucrare, se referă la transformatoarele de tensiune şi curent şi la divizoare de tensiune. Se dau scheme constructive; se prezintă teoria acestor aparate; se descriu cîteva tipuri constructive.

În sfîrşit, un ultim capitol este rezervat prezentării instalaţiilor de încercări şi a încercărilor propriu zise a aparatelor de înaltă tensiune, în legătură cu normele GOST.

Într-o anexă de 30 de pagini, autorul prezintă cîteva aparate moderne de construcţie străină de tensiuni cuprinse între 300—400 kV. Poate că ar fi fost mai bine dacă acest lucru se făcea în textul propriu zis al lucrării, la locul cuvenit cititorul avînd astfel posibilitatea să-şi facă o imagine generală în domeniul aparatelor de înaltă tensiune.

În lucrare nu se dau amănunte în legătură cu exploatarea aparatelor, cu proiectarea lor sau în legătură cu schemele de comandă, semnalizare sau blocare.

Trebuie de asemenea făcută o observaţie de ordin teoretic care se referă la calculul forţelor electrodinamice la segmente de bare parcurse de curent. Expresia

$$dF = \frac{\mu}{4\pi} \cdot \frac{I_1 I_2}{r^2} \sin \alpha \cdot dl_1 \cdot dl_2 \quad [\text{p. 57, formula (154)}]$$

utilizată de autor în calculul acestor forţe este valabilă numai pentru bare cuprinse în acelaşi plan şi se referă numai la circuite închise. Trebuia ca autorul să fi atras atenţia cititorilor în sensul celor de mai sus. Autorul greşeşte cînd foloseşte această expresie a forţei în cazul a două segmente orientate oricum în spaţiu (p. 67).

Privită în ansamblu, lucrarea prof. A. M. Zalesskii este interesantă şi cuprinzătoare. Ea poate fi uşor urmărită de către orice inginer electrotehnic şi se prezintă la un nivel teoretic suficient de înalt. Credem că traducerea acestei lucrări ar umple un gol şi în literatura tehnică românească.

Al. Fransua
Candidat în Ştiinţe Tehnice

CZ 621.316.57.064.241

ŢEIROV A. M.: Intreruptoare de înaltă tensiune, cu aer. Editura Energetică de Stat, Moscova-Leningrad, 1957, 312 p.

Extinderea crescîndă a sistemelor energetice necesită folosirea unor tensiuni din ce în ce mai mari şi prin aceasta, cerinţele impuse aparatajului de înaltă tensiune pun constructorilor probleme din ce în ce mai dificile.

Întreruptoarele de înaltă tensiune, constituie elementele esenţiale ale oricărei instalaţii de înaltă tensiune şi de buna lor funcţionare depinde adesea, funcţionarea corectă a întregului sistem energetic. Problema întreruperii circuitelor şi reţelelor electrice a constituit întotdeauna o problemă complexă în electrotehnică, care nu a căpătat pînă în prezent o soluţie exhaustivă. Din punctul de vedere al întreruperii, reţelele electroenergetice moderne, se caracterizează prin puteri de rupere foarte mari, curenţi de scurtcircuit foarte intenşi, tensiuni de revenire şi supratensiuni de comutaţie foarte mari. De aceea, întreruptoarele de înaltă tensiune moderne au devenit aparate foarte complexe, iar realizarea lor necesită o îmbinare armonioasă a elementelor mecanice şi a celor electrice. Inginerul constructor de întreruptoare de înaltă tensiune, trebuie să stăpînească în egală măsură electrotehnica şi mecanica teoretică, termodinamica, mecanica fluidelor, tehnica tensiunilor înalte, tehnica reglajului şi automatizările etc.

Întreruptoarele de înaltă tensiune cu aer, şi mai ales cele cu aer comprimat, s-au dovedit în ultimii 15 ani aparatele cele mai satisfăcătoare din această categorie: există premize convingătoare, care lasă să se vadă clar o dezvoltare şi mai mare a acestora.

În aceşti ani de dezvoltare vertiginoasă, au apărut multe lucrări referitoare la acest tip de întreruptoare şi publicarea unei lucrări care să sintetizeze toate aceste rezultate era aşteptată încă de mai de mult. Lucrarea pe care o recenzăm este prima încercare de acest fel şi reflectă în mare măsură, după cum mărturiseşte autorul în prefaţă, experienţa dobîndită de constructorii şi cercetătorii de la Institutul Electrotehnic Unional „V. I. Lenin" (V. E. I.) Autorul lucrării este un nume cunoscut constructorilor de aparate, datorită lucrărilor publicate în revista „Electricestvo" în legătură cu această problemă.

Lucrarea conţine 15 capitole în care sînt expuse atît teoria fenomenelor fizice care au loc în întreruptoarele de înaltă tensiune cu aer şi elementele constructive ale acestora, cît şi diferitele tipuri constructive de întreruptoare.

În capitolul 1 se studiază principalele fenomene electrice care au loc într-un circuit electric în procesul de întrerupere a curentului. Sînt tratate separat circuitele de curent continuu şi cele de curent alternativ, ţinîndu-se seama şi de rezistenţa arcului electric care se formează între contactele întreruptorului. Se defineşte tensiunea de revenire şi viteza de variaţie a acestei tensiuni. Întreruperea circuitelor cu parametrii repartizaţi (liniile lungi) este studiată aparte, insistîndu-se în mod deosebit asupra cazurilor care apar mai frecvent în practică, cum sînt de pildă: întreruperea liniei funcţionînd în gol, întreruperea liniei în scurticircuit alimentată direct de la bare de putere infinită, întreruperea liniei în scurtcircuit alimentată în serie cu o bobină, de la bare de putere infinită etc. Sînt studiate de asemenea, efectele diferitelor avarii asupra variaţiei tensiunii de revenire.

Capitolul al doilea este destinat studiului arcului electric. Mai întîi sînt descrise pe scurt diferitele tipuri de ionizare, procesele legate de mobilitatea ionilor în gaze, difuziunea şi recombinarea ionilor şi apoi, după o clasificare a descărcărilor în gaze şi după expunerea teoriei lui Townsend-Rogowski, se studiază pe larg descărcarea electrică în arc.

Capitolul al treilea este foarte scurt şi se ocupă de proprietăţile de izolator electric ale aerului. Sînt date curbe de variaţie a tensiunii de străpungere cu presiunea, pentru diferite forme de electrozi care intervin în construcţia întreruptoarelor cu aer.

Sînt studiate separat: rigiditatea electrică a aerului imobil, a aerului comprimat la tensiune de impuls, influenţa temperaturii şi a mişcării asupra rigidităţii electrice.

Capitolele al patrulea, al cincilea şi al şaselea conţin studiul problemelor de dinamică a fluidelor, legate de funcţionarea întreruptoarelor. Astfel, sînt tratate problema umplerii şi golirii rezervoarelor de aer, problema umplerii şi golirii tuburilor cilindrice etc.

Capitolul al şaptelea cuprinde studiul detaliat al procesului de stingere în camerele de stingere cu aer comprimat. Sînt descrise cele mai importante camere de stingere folosite în întreruptoarele moderne cu aer.

Capitolul al optelea este destinat studiului schemelor de comandă a întreruptoarelor cu aer comprimat. Sînt descrise şi explicate atît schemele de comandă electrice, cît şi cele prin aer comprimat.

În capitolul al nouălea sînt descrise celelalte accesorii importante ale întreruptoarelor cu aer comprimat, ca: izolatoarele de înaltă tensiune, supapele pentru aer comprimat, separatorul, pupitrul de comandă etc.

Capitolul al zecelea conţine descrierea întreruptoarelor cu aer pentru tensiuni cuprinse între 6 şi 20 kV iar în capitolul al unsprezecelea sînt descrise întreruptoarele pentru tensiuni între 35—400 kV. În afară de tipurile sovietice sînt descrise de asemenea şi principale tipuri de întreruptoare cu aer comprimat, fabricate de firme străine cu mare renume, ca A.S.E.A., G.E.C., B.B.C. etc.

Capitolele al doisprezecelea şi al treisprezecelea conţin un studiu termodinamic al funcţionării camerei de stingere şi cîteva probleme în legătură cu ventilaţia izolatoarelor, cu efectele umidităţii aerului etc.

În capitolul al patrusprezecelea sînt studiate metodele de şuntare a camerelor de stingere, prin folosirea rezistenţelor neliniare.

Ultimul capitol este destinat încercării întreruptoarelor de înaltă tensiune cu aer comprimat. Sînt prezentate cîteva scheme pentru încercări directe pe reţea şi pentru încercări sintetice, cu oscilogramele respective.

Privită în ansamblu, lucrarea ne apare ca o realizare foarte reuşită a scopurilor pe care şi le-a propus autorul. Sînt excelente mai ales capitolele privitoare la teoria întreruptoarelor cu aer comprimat. Capitolul privitor la încercări este cam restrîns iar datele tehnologice lipsesc aproape cu desăvîrşire.

Condiţiile grafice sînt bune, iar indicaţiile bibliografice cam puţine.

Nefiind un îndreptar de proiectare, lucrarea se adresează totuşi mai întîi inginerilor constructori de întreruptoare cu aer comprimat, dar poate fi folosită cu mult succes pentru informarea inginerilor care se ocupă cu montarea şi exploatarea acestor întreruptoare. Studenţii, viitori constructori de aparate electrice, vor găsi în ea un îndreptar preţios în elaborarea proiectelor de an şi de diplomă.

Ing. **A. Ţugulea**

MIHNEVICI G. V.: Reglarea excitaţiei unui grup de generatoare sincrone care funcţionează în paralel în cadrul unei centrale electrice. Comunicările Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S. Secţia Ştiinţelor Tehnice nr. 6, 1957.

Cu ocazia Conferinţei Electricienilor G. V. Mihnevici membru al delegaţiei sovietice la conferinţă, a oferit redacţiei prin persoana tov. Dr. ing. A. Avramescu, redactorul responsabil al revistei noastre, un extras din comunicarea al cărei scurt referat îl publicăm.

Analiza stabilităţii reglajului excitaţiei grupurilor de generatoare sincrone care funcţionează în cadrul aceleaşi centrale se face, de obicei, pe baza unor scheme în care grupul de generatoare este înlocuit printr-un singur generator echivalent. Pentru centralele electrice îndepărtate care sînt legate cu centrele pe care le alimentează, prin intermediul unor linii lungi de transmisie a energiei electromagnetice, la introducerea în legea de reglare a derivatelor curenţilor, a unghiurilor de derivaţie a axelor rotoarelor şi a tensiunilor, apare necesitatea unei aprecieri a consecinţelor care se obţin prin trecerea de la grupul de generatoare la schema cu un singur generator echivalent.

Această apreciere constituie obiectul comunicării.

În acest scop se stabileşte o metodă de analiză a stabilităţii bazată pe ecuaţiile micilor derivaţii ale grupului de generatoare. Rezultatele obţinute se aplică transmisiei Kuibîşev-Moscova cu următoarele concluzii :

1. Calculul stabilităţii pe baza schemei echivalente cu un singur generator conduce la o valoare mai mare a limitei de stabilitate statică.

2. În cazul stabilizării sistemului de reglaj al excitaţiei prin introducerea derivatelor unghiului , trecerea de la grupul de generatoare la un singur generator schimbă foarte puţin condiţiile de stabilitate.

3 Introducerea în legea de reglare a derivatelor tensiunii şi curentului necesită cunoaşterea interacţiunii sistemelor de reglare ale generatoarelor care funcţionează în paralel.

A. Ţ.

SOMMAIRE

Au seuil de la sixième année d'apparition
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 1.

CD 621.3 : 061.3 (R)
Le discours de l' ing. Gh. Gaston Marin, président de la Comission d'Etat de la Planification à la séance de clôture de la Conférence des Electriciens de la R.P.R. — 14 Novembre 1957
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 3.

Le discours passe en revue les succès des électriciens de notre pays et indique de nouvelles directions pour l'activité future des différentes branches de l'industrie électrotechnique et de l'industrie productrice d'énergie électrique.

CD 621.312 : 621.39 (09) (R)
Abrihan T. :
Le développement de l'industrie électrotechnique, radiotechnique et de télécommunications de la R.P.R. et les charges impliquées par la nouvelle technique
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 6.

Après un exposé d'ensemble du développement des différentes branches de l'industrie électrotechnique, on présente les charges de l'industrie pour chaque type de produit, en considérant l'introduction des nouvelles méthodes technologiques.

CD 621.3 : 061.3 (R)
Lazaride Gh. :
Rapport sur les travaux de la deuxième Section électrotechnique de la Conférence des Electriciens
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 9.

Le rapport contient un bilan des travaux et un aperçu critique sur les comptes-rendus présentés à la Conférence des Electriciens dans la Section d'électrotechnique. On indique les domaines de recherche pour lesquels les comptes-rendus ont fait défaut.

CD 621.3 : 069.8 (439)
Urbanek I.
Organisation, objet et quelques résultats des travaux de recherche électrotechniques dans la R.P. Hongroise
Electrotehnica **6** (1958) **1**, 11.

On montre l'intérêt des recherches scientifiques pour le progrès de l'industrie électrotechnique. On esquisse l'évolution des institutions de recherches hongroises dans le domaine de l'électrotechnique et l'organisation actuelle de ces institutions. L'auteur répond à la question : quels sont les objectifs que doivent poursuivre les recherches dans les petits pays industriels. On souligne l'importance de la collaboration entre les entreprises et les institutions co-interessées. On présente les images de quelques réalisations dans le domaine des recherches électrotechniques.

CD 621.3 : 061.3(R)
Avramescu A. :
Les travaux de la Conférance des Electriciens de la R.P.R.
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 16.

On indique brièvement les objectifs, la préparation et l'organisation de la Conférence. On passe en revue les évènements les plus importants de la Conférence et le résumé de l'activité des sections

CD 621.3 : 061.3 (R)
Résumés des comptes-rendus présentés à la II-éme Section Electrotechnique, 20.

COMPTES-RENDUS, 28.
DOCUMENTATION, 30.

CONTENTS

On the treshold of the 6th year of appearance
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 1.

DC 621.3 : 061.3 (R)
The speech of the Eng. Gh. Gaston Marin, president of the State Planning Commission, at the closing session of the Electricians' Conference in R.P.R. held on November 14, 1957
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 3.

The successes achieved by the electricians of our country are reviewed and new lines are traced for the future activity of the various branches of the electrotechnical industry and of the electric energy producing industry.

DC 621.312 : 621.39 (09) (R)
Abrihan T. :
Development and new technics tasks in the electrotechnical, radiotechnical and telecommunication industry in R.P.R.
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 6.

After a general survey of the development of the different electrotechnical industry branches, the tasks of the industry are shown, detailed in assortments, in the light of introducing new technique methods

DC 621.3 : 061.3 (R)
Lazaride Gh. :
Report on the activity of the 2nd electrotechnical Section of the Electricians' Conference
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 9.

This statement involves a balance of the activities and a critical survey of the presented reports, at the Electricians' Conference in the electrotechnical section. The fields of research for which reports were missing are mentioned.

DC 621.3 : 069.8 (439)
Urbanek I. :
Organization, domain and some results of the electrotechnical research work in the Hungarian People's Republic
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 11.

The importance of scientific researches for the progress of electrotechnical industry is shown. The evolution of the Hungarian research institutes and the present organization of these institutes are outlined. The author asks and answers to the question : which objectives have to persue the research activities in little industrial countries. The importance of the cooperation between the undertakings and the interested institutes is stressed. Images of realizations in the electrotechnical research field are given.

DC 621.3 : 061.3(R)
Avramescu A. :
The development course of the activities within the Electricians. Conference in R.P.R.
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 16.

The objectives, preparation and organization of the Conference are briefly shown. The more important events of the Conference are reviewed and a short summary of the sections' activity is presented.

DC 621.3 :061.3 (R)
Summaries of the reports presented in the frame of the 2-nd electrotechnical section, 20.

ABSTRACTS, 28.
BOOKS REVIEW, 30.

INHALTSVERZEICHNIS

Zum Anfange des 6. Jahrganges
Electrotehnica, **6** (1958) 1, 1.

DK 621.3 : 061.3 (R)

Vortrag des Ing. Gh. Gaston Marin, des Vorsitzenden der staatlichen Planungskommission, bei der Schlusssitzung des Kongresses der Elektrotechniker aus der R.V.R. — 14. November 1957

Electrotehnica **6** (1958) 1, 3.

Die Erfolge der Elektrotechniker unseres Landes werden nacheinander besprochen und dann neue Richtlinien für die weitere Tätigkeit der verschiedenen Zweige der Industrie für Elektromaschinenbau und für Energiewirtschaft vorgeschrieben.

DK 621.312 : 621.39 (09) (R)

Abrihan T. :

Die Entwicklung und die entstandenen Pflichten bzgl. der neuen Technik auf dem Gebiete der Industrie für Elektrotechnik, Radiotechnik und Fernmeldewesen in der R.V.R.

Electrotehnica, **6** (1958) 1, 6.

Nach einem Gesamtüberblick über die Entwicklung der verschiedenen Industriezweige der Elektrotechnik, werden die Aufgaben der Industrie nach Fabrikationssorten und im Lichte der Einführung der neuen technologischen Methoden gezeigt.

DK 621.3 : 061.3 (R)

Lazaride Gh. :

Bericht über den Arbeitsgang in der 2. elektrotechnischen Abteilung des Kongresses der Elektrotechniker

Electrotehnica, **6** (1958) 1, 9.

Der Bericht enthält eine Bilanz der Arbeiten sowie einen kritischen Rückblick auf die beim Kongress der Elektrotechniker (Abteilung der Elektrotechnik) vorgebrachten Referate. Es werden die Forschungsgebiete angegeben, für welche die Referate fehlten.

DK 621.3 :069.8 (439)

Urbanek I. :

Die Organisierung, die Arbeitsgebiete und einige Ergebnisse der elektrotechnischen Forschungsarbeiten in der U.D.R.

Electrotehnica, **6** (1958) 1, 11.

Es wird die Bedeutung der wissenschaftlichen Forschung für den Fortschritt der elektrotechnischen Industrie hervorgehoben. Dann wird die Entwicklung der ungarischen Forschungsinstitute auf dem Gebiete der Eletrotechnik sowie deren jetzige Organisierung skizziert. Der Verfasser stellt folgende Frage und beantwortet sie zugleich : was für Ziele müssen die Forschungen in den kleinen Industrieländern verfolgen? Es wird die Bedeutung der Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Werken und Institute unterstrichen. Dann werden Beispiele von Verwirklichung auf dem Gebiete der elektrotechnischen Forschungen angegeben.

DK 621.3 : 061.3(R)

Avramescu A. :

Der Verlauf der Arbeiten beim Kongress der Elektrotechniker in der R.V.R.

Electrotehnica, **6** (1958) 1, 16.

Es werden kurz die Ziele, die Vorbereitung und die Organisierung des Kongresses gezeigt. Dann werden die wichtigeren Ereignisse des Kongresses erwähnt, worauf ein kurzer Bericht über die Arbeiten der Abteilungen folgt.

DK 621.3 : 061.3 (R)

Die Inhalte der Referate, die im Rahmen der 2. Abteilung-Elektrotechnik vorgebracht wurden, 20.

REFERATE, 28.
BÜCHER, 30.

INGINERIE ELECTRICĂ 621.3

PRINCIPII GENERALE 621.3.01/09

Gang M. I. : 621.3.01

O metodă simplificată pentru găsirea coeficienţilor lui Fourier. Proc. Inst. Radio Engrs. **45** (1957) 7, 1018—1019.

Slatev M., Bojdadjev G. : 621.3.011.621.319

Folosirea analizei combinatorii în electrotehnică. Dtsche Elektrotechn., **11** (1957) 7, 284—287.

ALIMENTARE. PRODUCERE. CENTRALE. INSTALAŢII 621.311.1/4

Kammerlocher L. : 621.311.21

Generatoare hidroelectrice bloc înecate. Dezvoltare şi evoluţia proiectării. Rev. Gen. Electr. **66** (1957) 7. 343—360.

Kalina L. I. : 621.311.18 :621.316.722.1

Compensator pentru generatoare în centrale electrice rurale. Electricestvo, (1957) **6**, 72—74.

MAŞINI 621.313

Sedlak J. : 621.313.322 :621.315.05

Autoexcitaţia alternatoarelor. Energetika (Praga), **7** (1957) 4, 213—216

Titov V. V., Kogan Z. B. : 621.313.322.81

Rotor de turbogenerator cu răcire directă a conductoarelor înfăşurării. Electricestvo, **6** (1957) 35 — 38.

Neiman Z. B. : 621.313.323.042.13

Motoare sincrone mari cu poli masivi pe rotor. Electricestvo, **6** (1957) 32—35.

Liebscher F., Meyer H. : 621.313 :621.317.333.8

Încercarea la impuls a izolaţiei maşinilor electrice. Electrotechn. Z. — A, **78** (1957) 14, 481—490.

Staats, G. W. : 621.313.322—81 :621.3.017.22

Curenţi vagabonzi în porţiunea finală a înfăşurărilor statoarelor turbogeneratoarelor. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs III, **76** (1957), 384—392 = Pwr Apparatus Syst. (1957) 30.

Blass H. : 621.313.333.001.24

Calcularea analitică a factorului de putere la puteri fracţionare ale motoarelor asincrone. Dtsch. Elektrotechn. **11** (1957) 10, supl. Elektrofertigung 80—81.

Bron O. B., Obrazţov V. A. : 621.313

Amortizarea cîmpului în maşinile sincrone. Electricestvo (1957) 7, 34—39.

Kresinger V. : 621.313.045.538.1

Constantele de substituire şi impedanţa caracteristică a maşinilor electrice rotative. Electrotechn. Obzor, **46** (1957) 10, 501—509.

TRANSFORMATOARE 621.314.1/3

Rösch U. : 621.314.2

Distribuţia iniţială a tensiunii de impuls în înfăşurări subdivizate ale transformatoarelor. Elettrotecnica, **44** (1957) 5, 274—281.

Garbarino H. L. : 621.314.2 :621.318.435.3

Circuite magnetice cu magnetizare în curent continuu şi mare inducţie alternativă. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. I, **76** (1957), 338—348. = Commun and Electronics (1957) 31.

Kraiz A. G. : 621.314.223

Autotransformatoare de înaltă tensiune. Electricestvo (1957) 6, 39—44.

Schubert F. : 621.314.224 :621.315.616.96

Încercări de scurtcircuit asupra reductoarelor de intensitate cu izolaţie din răşini turnate. Elektrotechn. Z.—A, **78** (1957) 13, 467—469.

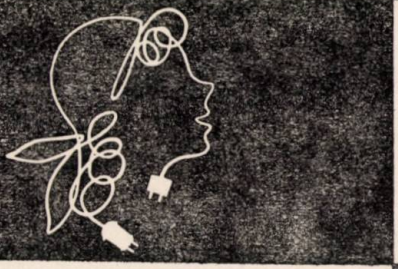
Ignacz P. : 621.314.21 :621.317.333.8

Încărcarea neechilibrată admisibilă a transformatoarelor. Elektrotechnika (R.P.U.), **50** (1957) 3, 81—89.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR OSZTÁLYOS 1683

Aparate electrocasnice moderne

- Sobe electrice
- Reşouri
- Cuptoare
- Plite duble
- Plite cu acţiune rapidă
- Incălzitoare de apă
- Diferite modele de fiare de călcat
- Fiare de călcat cu reglarea automată a incălzirii



- Aparate de prăjit pîine
- Ceainice şi fierbătoare de cafea în diferite execuţii
- Grătare
- Aspiratoare
- Maşini de lustruit parchetul
- Ventilatoare de masă
- Sobe electrice pentru incălzit şi radiatoare

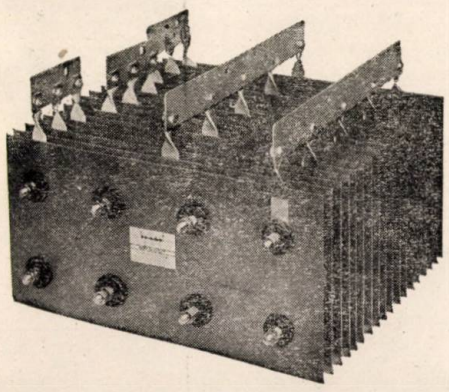
TRANSELEKTRO

INTREPRINDERE MAGHIARĂ DE COMERŢ EXTERIOR
PENTRU PRODUSE ELECTRICE

ADRESA: **BUDAPESTA 62**, CASUŢA POŞTALĂ 377
TELEGRAME : TRANSELEKTRO — BUDAPESTA

TRANSELEKTRO

BRANDT



PLĂCI REDRESOARE
CU SELENIU

Tipul actual „U"
cu 60 mA/cm²

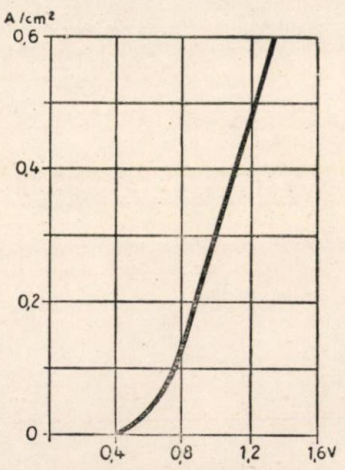
Cereţi oferte şi mostre la

WALTER BRANDT
G. m. b. H.

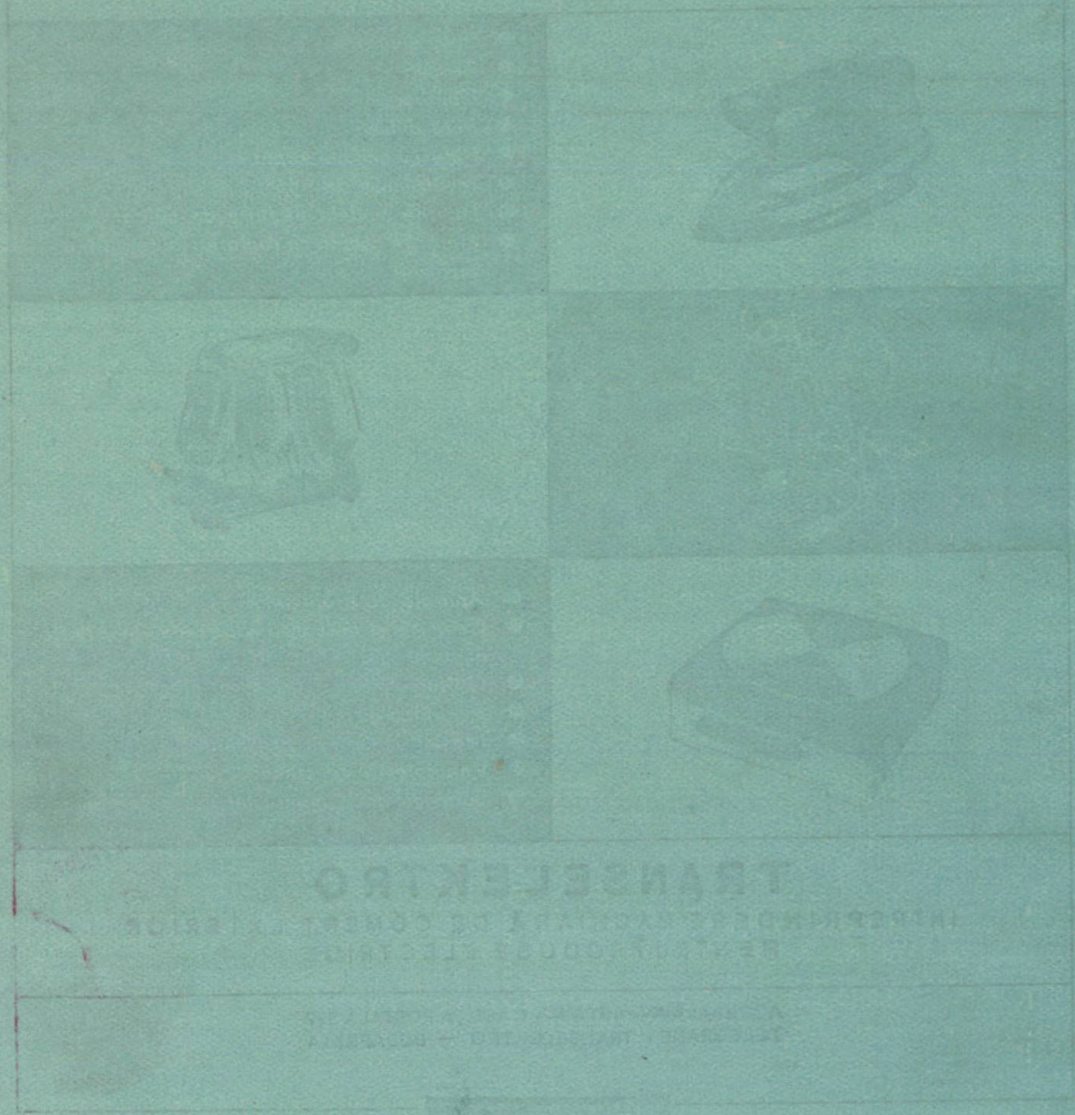
LAGE/LIPPE —
GERMANIA OCCIDENTALĂ

Telex
093 3411

Telegrame:
BRANDTELEKTRIK



Caracteristica statică de curent.



LEI 5

E 2040

REFERALVA

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
ОБМЕН - СХИМБ
VYMĚNA - WYMIANA
TAUSCH - ОБМЕНА

ELECTROTEHNICA

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

2

Electrotehnica — București

Anul 6 ★ nr. 2 ★ februarie 1958

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂȚEANU, conf. ing. D. DAMSKER, laureat, al premiului de Stat, conf. ing. ST. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULEȚ, membru corespondent al Academiei R.P.R. laureat al Premiului de Stat.

Către cititorii noștri

Urmărind îmbunătățirea continuă a conținutului și a formei revistei noastre, Comitetul de redacție a luat numeroase măsuri, al căror scop este de a face revista mai utilă, mai documentată și mai atrăgătoare masei cititorilor. Unele din aceste măsuri necesită explicații și o îndrumare pentru a asigura o întrebuințare rațională a revistei. Unele explicații se dau mai jos, iar pentru informații de detaliu rugăm pe cititorii noștri să se adreseze direct redacției revistei noastre.

Revista are următoarele părți : partea de fond, partea documentară și inseratele.

1. Partea de fond *conține : articole, note discuții, referate, recenzii, norme și standarde și cronica. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică și o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detașeze și să se lege formînd colecția revistei.*

1.1. Articole. *Articole de fond privind luări de poziții, comentarii față de evenimente politice, economice și tehnice de importanță mare.*

Articolele tehnico - științifice, tehnico - economice sau tehnologice (4— 6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză, se publică în condițiile comunicate autorilor pe prima contrapagină a numerelor revistei din anul 1957. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacțională destinată a situa articolul în tematica revistei și în problematica actuală a domeniului, cu sublinierea importanței sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a ușura regăsirea unui articol într-o colecție de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care împreună cu fișele documentare ale sumarelor în limba română și în patru limbi străine permit identificarea obiectului articolelor și pentru cititorii străini care nu cunosc limba română.

În același timp sumarele pe fișe (v. mai jos) și tablele de materii anuale, pe 5 ani etc. dau posibilitatea regăsirii ușoare a unui articol în colecție.

1.2. Notele *sînt expuneri mai scurte și de o importanță mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal și se introduc în sumarele anuale.*

1.3. Discuții *asupra unor lucrări sau articole apărute constînd dintr-o luare de poziție și un răspuns, se admit fără ca Redacția să ia un angajament sau responsabilitate în ce privește părerile exprimate. Discuțiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori și cititori.*

1.4. Referatele *sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din țară și din străinătate care se consideră de către redacție a fi interesante și utile cititorilor. Indicația bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele și referințe bibliografice).*

1.5. Recenzii *sînt prezentări mai ample și critice ale unor lucrări de anvergură, cărți monografii, dizertații. Recenzorii se aleg de către redacție printre persoanele competente în domeniul respectiv și care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă și să permită îmbunătățiri la o nouă ediție.*

1.6. Norme și standarde *este o rubrică de prezentare a ultimilor știri privind redactarea și apariția de norme și standarde electrotehnice în țară și străinătate (norme internaționale).*

1.7. Cronica *servește la anunțarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii : congrese, conferințe, aniversări, comemorări etc.*

2. Partea documentară *a revistei este mult amplificată față de trecut avînd în vedere nevoia acută de a promova și îmbunătăți documentația tehnico-științifică în masa inginerilor și tehnicienilor electricieni.*

2.1. Sumarele *sînt redactate în cinci limbi sub formă de fișe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificație zecimală și referințe bibliografice normale (denumirea și numărul revistei se repetă pe fiecare fișă). Dispuse pe fanioane care se detașează la scoaterea broșelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate și ordonate în fișiere bibliografice individuale, ca și :*

2.2. Titlurile *unor articole recente din periodice din țară și străinătate, care pot să prezinte interes pentru inginerii sau tehnicienii noștri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4.).*

3. Inseratele sînt :

3.1. Anunțuri *de evenimente și apeluri către cititori sau autori.*

3.2. Reclame *și prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi electrotehnice din țară și străinătate.*

Condițiile pentru inserarea de anunțuri și reclame se comunică de către redacție celor interesați.

Redacția speră a fi acționat în interesul cititorilor luînd aceste măsuri și își propune ca obiectiv și în viitor să facă revista cît mai utilă, mai interesantă și cît mai vie.

Revista „Electrotehnica", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele
Editor : Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. Redacția : București, Str. Ion Ghica nr. 3, telefon 3 57 28 — 3 07 30. Administrația și Casieria : București, Cal. Victoriei, 118, telefon 4 06 24. Redacția își rezervă toate drepturile privind lucrările precum și materialul grafic-ilustrativ apărut în revistă cît și cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual : pentru întreprinderi lei 96, individual lei 30. Prețul unui exemplar : lei 5. Abonamentele se primesc la sediul Administrației sau redacției sus indicate. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică nr. 3. București.

ELECTROTEHNICA

Anul 6 — Nr. 2 — februarie 1958

SUMAR

CZ 621.313.333.2.012

Corlăţeanu V., Murgu Z. şi Stirbu V.:

Diagrama curentului la motoarele asinerone în scurtcircuit

Electrotehnica, 6(1958) 2, 33

Autorii prezintă diagramele curenţilor pentru motoarele în scurtcircuit cu rotorul în simplă colivie, în dublă colivie şi cu bare înalte, după B. I. Kuznețov, R. Macchi şi după o nouă metodă ce necesită o încercare în sarcină la tensiune redusă. Se verifică experimental diagramele după cele trei metode şi se găseşte că metoda nouă este suficient de exactă şi mult mai uşor de executat decît metodele cunoscute pînă în prezent.

CZ 621.313.333.002

Crişan I.:

Asupra nivelului actual al tehnologiei de fabricaţie a motoarelor electrice asinerone

Electrotehnica, 6(1958) 2, 42

Lucrarea trece în revistă nivelul actual al tehnologiei de fabricaţie practicată în marile fabrici specializate în electromotoare între 0,6 şi 10 kW. Pornind de la amenajarea în ansamblu a fluxului de fabricaţie, se analizează metodele moderne de confecţionare a tolelor şi de asamblare a miezurilor magnetice, se descrie organizarea lucrărilor de bobinaj şi se dau indicaţii cu privire la tehnologia actuală a pieselor prelucrate mecanic, folosind maşini unelte specializate şi linii automate. Se descrie tehnologia de montaj pe bandă şi se menţionează pe scurt unele metode moderne de control calitativ de mare productivitate; se indică unele procese tehnologice noi folosite în executarea sculelor de stanţare combinate.

CZ 621.313.322.045.53.

Bîrgăuanu M.:

Folosirea bobinajelor sinusoidale trifazate simetrice la generatoare sincrone

Electrotehnica, 6 (1958) 2, 60

După o scurtă prezentare a metodelor clasice de obţinere a tensiunilor sinusoidale la generatoarele sincrone, se expune o metodă interesantă folosită la construirea generatorului de tensiune sinusoidală proiectat de autor. Sînt date rezultatele experimentale obţinute la platforma de încercări.

CZ 621.313.32.001: 512.972.

Nicolaide A.:

Teoria funcţionării asinerone a maşinilor sincrone în analiza tensorială

Electrotehnica, 6(1958) 2, 66

Se dă un procedeu de stabilire a ecuaţiei matriciale de funcţionare a unei maşini electrice fără colector. Ecuaţia matricială de funcţionare a maşinii sincrone cu amortizoare în ambele axe, se stabileşte atît în reper holonom cît şi în reper cvasiholonom şi se subliniază avantajele pe care le prezintă acesta din urmă. Se examinează problema pornirii asincrone a motorului sincron şi se calculează expresia curenţilor şi a cuplului; în fine pornind de la tensorul de impedanţă se stabileşte schema echivalentă a maşinii sincrone pentru cazul funcţionării în asincron.

CONTENTS

DC 621.313.333.2.012

Corlăţeanu V., Murgu Z. and Stîrbu V. :

The diagram of current at asynchronous motors on short-circuit

Electrotehnica, **6**(1958) 2, 33

The authors are presenting the diagrams of currents for motors on short-circuits with single-cage, double-squirrel-cage and high-bars rotors after B. I. Kuznetzov, B. Macchi and a new method requiring a load test at reduced voltage. The diagrams are experimentally verified according to the three methods and it is found that the new method is sufficiently exact and much easier to be carried out, than the methods known up to the present.

DC 621.313.333.002

Crişan I. :

About the present stage of manufacturing technology of asynchronous electrical motors

Electrotehnica, **6**(1958) 2, 42

The paper reviewes the present level of the manufacturing technology practised in large factories specialized in electromotors between 0,6 and 10 kW. Starting from the arrangement in ensemble of the manufacturing flux, the modern methods for producing metal plates and assembling magnetic cores are analyzed, the winding work organization is described and indications are given concerning the present technology of tools and automatic lines. The putting-up technology on continuous band is described and some modern high productivity control methods are briefly mentioned; some novel technological processes used at the manufacturing of combined punching tools are shown.

DC 621.313.322.045.53

Birgăuanu M. :

Utilization of symmetric 3-phase sinusoidal windings at synchronous generators

Electrotehnica, **6**(1958) 2, 60

After a brief survey of the classical methods for obtaining sinusoidal voltages at asynchronous generators, an interesting method used in the construction of the sinusoidal voltage generator designed by the author is presented. The experimental results reached at the test platform are given.

DC 621.313.32.001 :512.972

Nicolaide A. :

The asynchronous operation theory of synchronous machines in the tensorial analysis

Electrotehnica, **6**(1958) 2, 66

A procedure is given for establishing a matrix equation on operation of an electric machine without commutator. The matrix equation on operation of asynchronous machine with dampers in both shafts is established in holonome as well as in quasiholonome reference system, pointing out the advantages presented by the latter one. The problem of asynchronous starting of synchronous motor is discussed and the expression of currents and couple is computed; finally, the equivalent scheme of the synchronous machine in case of asynchronous working is established, proceeding from the impedance tensor.

СОДЕРЖАНИЕ

Д.К. 621.313.333.2.012
Corlăţeanu V., Murgu Z., Ştirbu V.:

Круговая диаграмма короткозамкнутых асинхронных двигателей.

Electrotehnica **6** (1958) 2, 33

После краткого изложения методов Кузнецова и Маки для построения круговых диаграмм асинхронных двигателей с глубокими пазами, с простои или двойной клеткой, предлагается новый метод, для которого требуется испытание нагруженной машины при пониженном напряжении. Построенные диаграммы проверяются экспериментально для всех методов. Указывается, что предложенный метод является довольно точным и менее сложным в сравнении с другими методами.

Д.К. 621.131.333.002
Crişan I.:

О современном уровне технологии производства асинхронных электродвигателей.

Electrotehnica, **6** (1958) 2, 42

В статье рассматривается современный уровень технологии производства асинхронных электродвигателей от 0,6 до 10 квт на крупных специализированных предприятиях. Подробно рассмотрены: поток производства, современные методы штамповки и упаковки листовой стали, магнитных цепей, организация обмоточных работ и т. д. Указываются современные технологические методы механической обработки деталей машин; описываются технология конвейерной сборки и некоторые методы высокопроизводительного качественного контроля. Рассмотрены новые технологические процессы производства.

Д.К. 621.313.322.045.53
Birgăuanu M.:

Применение трехфазных симметричных синусоидальных обмоток в синхронных генераторах.

Electrotehnica **6** (1958) 2, 60

После краткого изложения классических методов получения синусоидальных напряжений в синхронных генераторах предлагается интересный метод, использованный автором для конструкции синхронного генератора. Даны экспериментальные результаты, полученные на испытательной площадке.

Д.К. 621.313.32.001 : 519.972
Nicolaide A.:

Теория асинхронного режима синхронных машин в тензорном анализе.

Electrotehnica **6** (1957), 2, 66

Изложен метод составления матричного уравнения без коллекторных машин. Матричное уравнение синхронной машины с успокоительными обмотками по обеим осям выводится в голономных и квазиголономных координатных осях, причем подчеркиваются преимущества последних. Рассматривается процесс асинхронного пуска синхронных двигателей и устанавливается соответствующая эквивалентная схема.

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.313.333.2.012.

Corlăţeanu V., Murgu Z. u. Ştirbu V.:

Das Stromdiagramm bei den Kurzschluss-Asynchronmotoren

Electrotehnica, **6**(1958) 2, 33

Die Verfasser zeigen die Stromdiagramme für die Kurzschlussmotoren mit Einfach- und Doppelkäfigläufern sowie mit Hochstabläufern und dies nach B. I. Kuznetzov, R. Macchi sowie auf Grund einer neuen Methode, welche einen Versuch unter Last bei reduzierter Spannung erfordert. Die Diagramme werden nach den 3 Methoden experimentell geprüft, wobei festgestellt wird dass die neue Methode eine genügende Genauigkeit ergibt und dabei leichter anzuwenden ist als die bisher bekannten Methoden.

DK 621.313.333.002

Crişan I.:

Der gegenwärtige Stand der Fabrikationstechnologie von Asynchronmotoren

Electrotehnica, **6**(1958) 2, 42

Der Aufsatz gibt einen Überblick über den augenblicklichen Stand der Fabrikationstechnologie von Elektromotoren zwischen 0,6—10 kW in den grossen Spezialwerken. Von der allgemeinen Einrichtung der Fliessfertigung ausgehend, werden die modernen Methoden zur Herstellung der Bleche und zum Zusammenbau der Magnetkerne untersucht. Ferner werden die Wickeleiarbeiten beschrieben und Angaben mitgeteilt bzgl. der jetzigen Technologie der mecanisch bearbeiteten Teile bei Anwendung von Spezial-Werkzeugmaschinen und automatischen Fliesslinien. Dann wird die Montagetechnologie am laufenden Band beschrieben und die Qualitätskontrolle nach gewissen modernen Methoden im Falle der Grossfertigung kurz erwähnt. Schliesslich werden einige neue, bei der Herstellung kombinierter Stanzwerkzeuge verwendeten technologischen Arbeitsgänge angegeben.

DK 621.313.322.045.53.

Birgăuanu M.:

Die Anwendung der dreiphasigen, symmetrischen Sinuswicklungen bei Synchrongeneratoren

Electrotehnica, **6**(1958) 2, 60

Nach einer kurzen Angabe der klassischen Methoden zur Erzeugung von Sinusspannungen bei Synchrongeneratoren, wird eine interessante Methode dargelegt, welche der Verfasser zum Bau des von ihm entworfenen Generators mit Sinusspannung verwendete. Es werden die im Prüffeld erhaltenen Versuchsresultate angegeben.

DK 621.313.32.001 :512.972

Nicolaide A.:

Die Theorie des Asynchronlaufes von Synchronmaschinen vom Standpunkt der Tensorenanalyse

Electrotehnica, **6**(1958) 2, 66

Es wird ein Verfahren angegeben zum Aufsetzen der Matrixgleichung für den Lauf einer kommutatorlosen elektrischen Maschine. Die Matrixgleichung fürden Lauf der Synchronmaschine mit Dämpfern in beiden Achsen wird sowohl im holonomen als auch im quasiholonomen Bezugssystem aufgestellt, worauf die Vorteile des Letzteren hervorgehoben werden. Dann wird der asynchrone Anlauf des synchronen Motors untersucht und der Ausdruck der Ströme und des Drehmomentes berechnet. Schliesslich, wird, vom Impedanztensor ausgehend, das äquivalente Schema der Synchronmaschine im Asynchronbetrieb festgesetzt.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1883

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 6 nr. 2 București, februarie 1958

Diagrama curentului la motoarele asincrone în scurtcircuit

VASILE CORLĂȚEANU, ZAIRA MURGU și *VASILE ȘTIRBU* — Iași *)

Construirea diagramei curentului la motoarele asincrone în scurtcircuit comportă dificultăți experimentale datorită faptului că este necesară o încercare la frecvență scăzută. După ce se prezintă metodele cunoscute, autorii expun o metodă nouă care folosește o încercare în sarcină a mașinii alimentată la tensiune redusă, care este mult mai ușor de realizat la platforma de încercări.

CZ 621.313.333.2.012

După cum se știe motoarele asincrone se pot împărți în două categorii : cu rotorul având inele și cu rotorul în scurtcircuit. Motoarele asincrone cu rotorul în scurtcircuit pot fi cu rotorul bobinat, în colivie simplă, cu bare adînci și în colivie multiplă.

Exceptînd cazul motorului asincron cu rotorul cu inele, la care ridicarea diagramei curentului se face relativ simplu (prin una din metodele clasice date de Heyland, Ossana, Blondel sau Kostenko), ridicarea diagramei la celelalte tipuri de motoare asincrone comportă dificultăți experimentale și duce la erori însemnate. Dificultățile survin datorită faptului că metodele întrebuințate necesită o încercare la frecvență coborîtă, ceea ce practic la platforma de încercări sau în laboratoare este dificil sau uneori imposibil de realizat.

Cele mai perfecționate metode ce folosesc încercări la frecvență coborîtă sînt acelea prezentate de B. I. Kuznețov [1] și R. Macchi [2].

Metoda lui Kuznețov admite că pînă în apropierea cuplului maxim, pentru motorul cu rotorul în scurtcircuit, diagrama curentului este circulară, diametrul cercului determinîndu-se printr-o încercare la frecvență coborîtă de aproximativ 5 Hz. Printr-o încercare la frecvență nominală se determină punctul de funcționare în scurtcircuit. Întrucît porțiunea de curbă cuprinsă între punctul corespunzător cuplului maxim și punctul corespunzător funcționării în scurtcircuit nu se poate ridica în aceste condiții, pe cale experimentală, aceste puncte se unesc printr-un arc de curbă, în mod aproximativ.

Metoda lui Macchi cere o serie de încercări la mai multe frecvențe reduse, în baza cărora se trasează curba impedanței echivalente a motorului în funcție de alunecare. Curba curentului se poate obține din curba impedanței, cu ajutorul unei inversiuni geometrice. Metoda lui Macchi este ceva mai lungă, însă se poate obține o diagramă a curentului cu atît mai apropiată de cea obținută printr-o încercare directă, cu cît sînt mai mici frecvențele la care se ridică curba impedanței.

Cele două metode enunțate nu au o răspîndire prea mare în practica industrială a încercării motoarelor asincrone, din cauza dificultăților întîmpinate în producerea curentului de frecvență coborîtă.

Acest articol are scopul de a prezenta o metodă nouă și expeditivă [3] de trasare a diagramei curentului la motoarele asincrone, ce folosește o încercare în sarcină a mașinii alimentată la tensiune redusă. Totodată vom prezenta pe scurt și metodele deja cunoscute ale lui Kuznețov și Macchi pentru a putea face un studiu comparativ experimental al celor trei metode.

Metoda lui B. I. Kuznețov

Metoda lui B. I. Kuznețov se aplică la motoarele asincrone în scurtcircuit, și se bazează pe faptul că la frecvența redusă a curentului secundar, rezistența și reactanța acestui circuit sînt constante, fenomenul refulării curentului avînd o influență cu totul neînsemnată.

În această metodă pentru a determina cele trei puncte fundamentale ale diagramei de funcționare, se efectuează următoarele încercări :

a) măsura rezistenței unei faze a înfășurării statorului ;

*) Dr. ing. V. Corlățeanu este profesor de Mașini electrice la Institutul Politehnic ; ing. Z. Murgu este cercetătoare la Filiala Academiei R.P.R. Iași ; ing. V. Stirbu e asistent de Mașini electrice la Institutul Politehnic Iași.

b) încercarea în gol la frecvenţă nominală ;

c) încercarea în scurtcircuit la frecvenţă nominală ;

d) încercarea în scurtcircuit la frecvenţă coborîtă (5Hz).

Încercarea în scurtcircuit se face aplicînd statorului o tensiune redusă, astfel ca să se obţină valoarea curentului nominal al motorului.

Din încercări se determină următoarele mărimi, necesare la trasarea diagramei de funcţionare a motorului :

— Rezistenţa r_1 a unei faze a înfăşurării statorului ce va fi recalculată pentru temperatura de 75°C.

— Curentul de mers în gol I_0 şi factorul de putere corespunzător $\cos\varphi_0$.

— Curentul la scurtcircuit I_{sc}, factorul de putere corespunzător $\cos\varphi_{sc}$ şi pierderile la scurtcircuit P_{sc}, determinate la tensiunea redusă U_{sc} şi frecvenţa nominală f. Valorile curentului şi a pierderilor se recalculează pentru tensiunea nominală U_n cu formulele

$$I_{scn} = I_{sc} \cdot \frac{U_n}{U_{sc}} ; \quad P_{scn} = P_{sc} \cdot \left(\frac{U_n}{U_{sc}}\right)^2 .$$

— Curentul la scurtcircuit I'_{sc} şi pierderile la scurtcircuit P'_{sc}, determinate la tensiune redusă U'_{sc} şi frecvenţă coborîtă f'. Aceste valori se recalculează pentru tensiunea şi frecvenţa nominală cu formulele :

$$I'_{scn} = I'_{sc} \frac{U_n}{U'_{sc}} \cdot \frac{f'}{f} ; \quad P'_{scn} = P'_{sc} \left(\frac{U_n}{U'_{sc}} \cdot \frac{f'}{f}\right)^2 .$$

Cu aceste mărimi determinate, se poate face trasarea diagramei de funcţionare a motorului. Se consideră că, pentru alunecări mici diagrama este circulară, folosindu-se pentru trasarea ei punctul de funcţionare în gol şi cel în scurtcircuit la frecvenţă coborîtă ; pentru funcţionarea la alunecări mari diagrama se completează folosindu-se datele încercării în scurtcircuit la frecvenţă nominală.

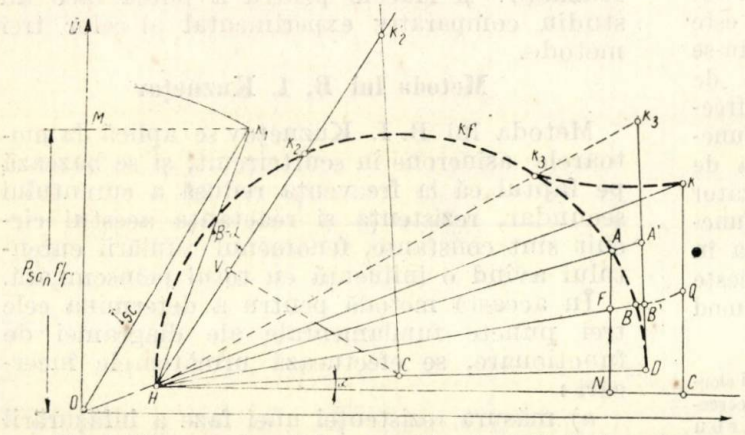


Fig. 1. Diagrama teoretică a curenţilor după B. I. Kuznețov.

Într-un sistem de coordonate se fixează la scara curenţilor poziţia punctului H de funcţionare în gol (fig. 1).

Se determină unghiul α între dreapta HD, diametrul cercului şi orizontala dusă prin punctul H

$$\sin\alpha = \frac{2\cdot\sqrt{3}\cdot I_0 \cdot r_{75°C}}{U_n} .$$

Se fixează la scara curenţilor punctul de funcţionare în scurtcircuit la frecvenţă coborîtă. Pentru aceasta se duce o dreaptă M paralelă cu axa absciselor la distanţa $f/f' \cdot P'_{scn}$, luată la scara puterilor. Din origine se duce un arc de cerc de rază egală cu I'_{scn}, luat la scara curenţilor, ce intersectează dreapta M în punctul K_1. Rotind vectorul HK_1 de un unghiu $\beta - \alpha$ pînă în poziţia HK_2 se obţine punctul K_2, un al doilea punct al diagramei de funcţionare a motorului. Unghiul $\beta - \alpha$ se determină din relaţia :

$$\sin\beta = \frac{f}{f'} \cdot \sin\alpha ;$$

$$\sin(\beta - \alpha) \cong \sin\beta - \sin\alpha \cong \sin\alpha \left(\frac{f}{f'} - 1\right).$$

Se trasează cercul ce trece prin punctele H şi K_2 şi care are centrul C pe dreapta HD. Segmentul de cerc cuprins între punctele H şi K_3 reprezintă o parte din diagramă, corespunzătoare funcţionării motorului la alunecări mici. Poziţia punctului K_3 se va determina printr-o construcţie ceva mai dificilă ce va fi prezentată în continuare.

Din centrul C al cercului K_f se ridică o perpendiculară pe dreapta HD care întîlneşte direcţia lui HK_2 în punctul K'_2. Din punctul D se ridică de asemenea o perpendiculară pe dreapta HD şi se ia pe aceasta segmentul DA' determinat din relaţia :

$$DA' = 2 \cdot CK'_2 \cdot \frac{f'}{f} .$$

Din unirea punctului A' cu H se obţine dreapta puterii utile ce intersectează cercul în punctul A, punct corespunzător alunecării $a = 1$ adică scurtcircuitului, cu condiţia ca refularea curentului în înfăşurarea rotorului să rămînă neschimbată şi corespunzătoare frecvenţei f'.

Din punctul A se coboară o perpendiculară în punctul N, pe orizontala dusă din punctul H. Pe dreapta NA se ia segmentul NF egal, la scara puterii, cu pierderile Joule în stator corespunzătoare curentului de scurtcircuit convenţional, reprezentat prin vectorul OA.

Unind punctul F cu O obţinem dreapta cuplurilor, care intersectează cercul în punctul B, ce este punctul de viteză in-

finită cu condiția ca refularea curentului să rămînă invariabilă și corespunzătoare frecvenței f'. Pe prelungirea dreptei DA' se ia segmentul DK_3', determinat din relația:

$$DK_3' = B'A' \cdot \frac{f}{f'}.$$

Dreapta HK_3' intersectează cercul în punctul K_3 ce este corespunzător funcționării la alunecarea $a = 100\ f/f'$ [%].

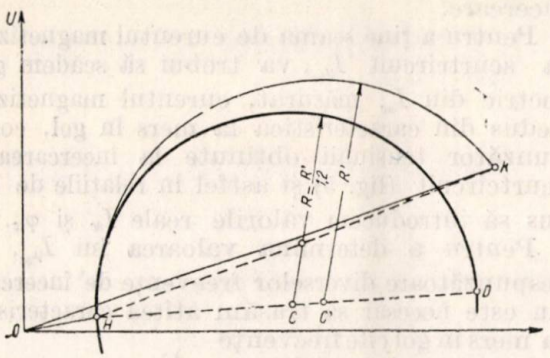


Fig. 2. Diagrama aproximativă a curenților pornind de la metoda Ossana-Kostenko.

Pentru trasarea diagramei la alunecări mari se fixează poziția punctului real de scurtcircuit. Se fixează poziția vectorului I_{scn} notînd cu K punctul de funcționare în scurtcircuit la frecvență nominală. Porțiunea de diagramă cuprinsă între punctele K_3 și K se completează unind aceste puncte printr-o curbă continuă. Această porțiune s-ar putea obține mai exact efectuîndu-se mai multe încercări la scurtcircuit la frecvențe coborîte.

Dacă în practică nu se pot face încercări la frecvență coborîtă, se poate executa o construcție aproximativă a diagramei, bazată pe faptul că la motoarele de același tip raportul între diametrele cercurilor determinate după metoda Ossana - Kostenko și cel după metoda Kuznețov, se păstrează aproape constant. În acest caz se trasează cercul după metoda Ossana-Kostenko, apoi ținînd seama de raportul diametrelor se obține cercul pentru frecvența redusă (fig. 2).

S-a trasat diagrama curenților după metoda Kuznețov pentru un motor asincron în dublă colivie *AEG*, Δ, 380 V, 5 kW, 1450 rot/min, șanțurile rotorului semideschise.

Pe baza încercărilor experimentale și a calculelor făcute s-au obținut următoarele date numerice:

$$r_{1_{75°}} = 2{,}2\ \Omega\ ;\ I_0 = 2{,}6\ \text{A}\ ;\ \cos\varphi_0 = 0{,}071\ ;\ P_0 = 210\ \text{W}$$

$$U_{sc} = 84\ \text{V}\ ;\ I_{sc} = 5{,}5\ \text{A}\ ;\ \cos\varphi_{sc} = 0{,}6\ ;$$

$$P_{sc} = 830\ \text{W}$$

$$U'_{sc} = 38\ \text{V}\ ;\ f' = 10\ \text{Hz}\ ;\ I'_{sc} = 5{,}3\ \text{A}\ ;$$

$$P'_{sc} = 500\ \text{W}$$

$$I_{scn} = 25\ \text{A}\ ;\quad I'_{scn} = 10{,}4\ \text{A}\ ;\quad P'_{scn} = 1321\ \text{W}\ ;$$

$$\sin\alpha = 0{,}05\ ;\ \alpha = 3°30'\ ;\ P'_{scn} \cdot f/f' = 6650\ W$$

$$\sin(\beta - \alpha) = 0{,}2\ ;\ \beta - \alpha = 11°40'\ ;$$

Cu aceste date numerice s-a trasat diagrama curenților din fig. 3 la care scara curenților s-a ales 1 A = 4,5 mm, de unde s-a dedus scara puterilor 66 W = 0,45 mm.

Încercarea experimentală la frecvență redusă este dificilă, deoarece platformele de încercări și laboratoarele actuale nu au mijloace necesare pentru obținerea acestor frecvențe.

Trasarea diagramei avînd datele experimentale se face comod, interpretarea calitativă a ei o vom face după ce vom prezenta și celelalte două metode.

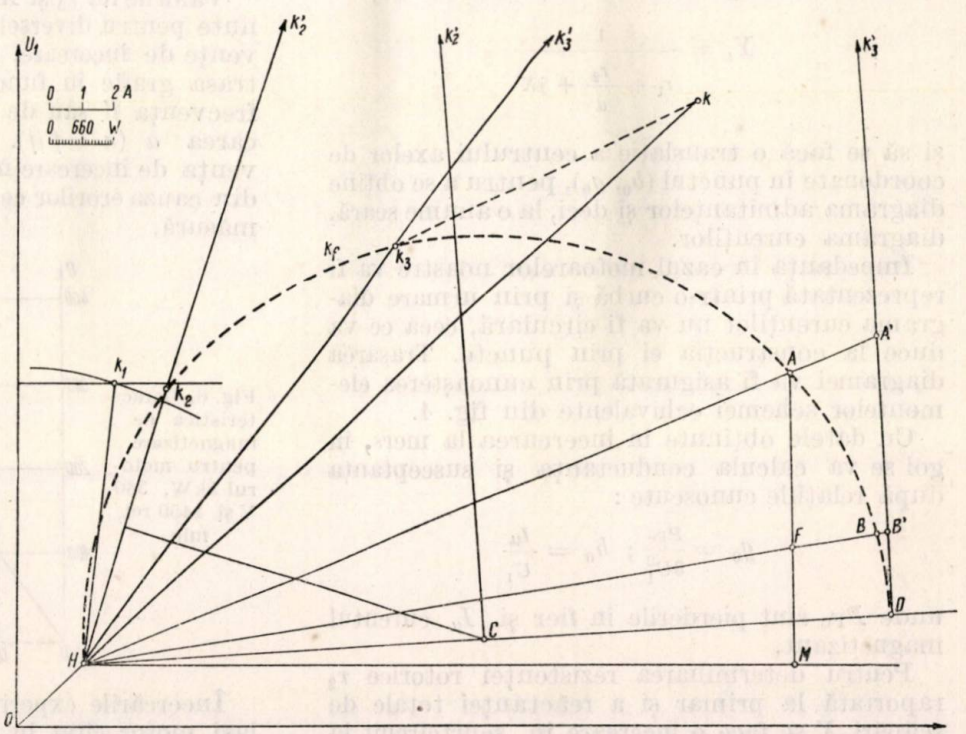


Fig. 3. Diagrama curenților după B. I. Kuznețov pentru motorul de 5 kW, 380 V și 1450 rot/min.

Metoda lui R. Macchi

În această metodă, ce se aplică motoarelor asincrone în scurtcircuit și în special la cele cu bare înalte sau cu mai multe colivii pe rotor, se renunță la separarea între ele a diverselor elemente ca rezistențe și reactanțe. Pentru determinarea diagramei se pornește de la o schemă

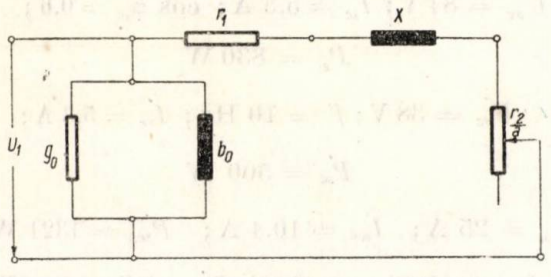


Fig. 4. Schema echivalentă a motorului în scurtcircuit după R. Macchi.

echivalentă (fig. 4) cu circuitul de magnetizare scos la borne în care r_1, r_2 sînt rezistențele ohmice ale circuitului primar și secundar; X-o reactanța unică formată din reactanțele x_1 și x_2 a primarului și secundarului; b_0 și g_0 — susceptanța și conductanța circuitului de magnetizare și a — alunecarea motorului asincron.

Este de ajuns să se construiască în planul complex curba impedanței în funcție de alunecare

$$Z_t = r_1 + \frac{r_2}{a} + jX,$$

să se inverseze pentru a se obține admitanța

$$Y_t = \frac{1}{r_1 + \frac{r_2}{a} + jX}$$

și să se facă o translație a centrului axelor de coordonate în punctul (b_0, g_0), pentru a se obține diagrama admitanțelor și deci, la o anume scară, diagrama curenților.

Impedanța în cazul motoarelor noastre va fi reprezentată printr-o curbă și prin urmare diagrama curenților nu va fi circulară, ceea ce va duce la construcția ei prin puncte. Trasarea diagramei va fi asigurată prin cunoașterea elementelor schemei echivalente din fig. 4.

Cu datele obținute în încercarea la mers, în gol se va calcula conductanța și susceptanța după relațiile cunoscute:

$$g_0 = \frac{P_{Fe}}{3U_1^2}; \quad b_0 = \frac{I_\mu}{U_1}$$

unde P_{Fe} sînt pierderile în fier și I_μ curentul magnetizant.

Pentru determinarea rezistenței rotorice r_2 raportată la primar și a reactanței totale de scăpări X se face o încercare în scurtcircuit la cîteva frecvențe coborîte.

Valorile căutate pot fi determinate cu relațiile:

$$r_1 + r_2 = Z_{sc} \cos \varphi_{sc}; \; r_2 = Z_{sc} \cos \varphi_{sc} - r_1$$

$$X' = Z_{sc} \sin \varphi_{sc}; \quad \cos \varphi_{sc} = \frac{P_{sc}}{3U_1 I_{sc}}$$

unde X' este reactanța totală a motorului la scurtcircuit, care depinde de frecvența curenților de alimentare; Z_{sc} este impedanța de scurtcircuit, $\cos \varphi_{sc}$ — factorul de putere la scurtcircuit și P_{sc} — puterea absorbită de motor la această încercare.

Pentru a ține seama de curentul magnetizant la scurtcircuit $I_{\mu sc}$, va trebui să scădem geometric din I_{sc} măsurat, curentul magnetizant dedus din caracteristica la mers în gol, corespunzător tensiunii obținute la încercarea în scurtcircuit (fig. 5) și astfel în relațiile de mai sus să introducem valorile reale I'_{sc} și φ'_{sc}.

Pentru a determina valoarea lui $I_{\mu sc}$, corespunzătoare diverselor frecvențe de încercare, nu este necesar să trasăm atîtea caracteristici la mers în gol cîte frecvențe de scurtcircuit vom folosi; dimpotrivă este suficient să ne referim mereu la aceeași caracteristică trasată la frecvența nominală.

Deoarece tensiunea variază liniar cu frecvența, vom putea obține pentru orice frecvență tensiunea corespunzătoare și deci curentul magnetizant.

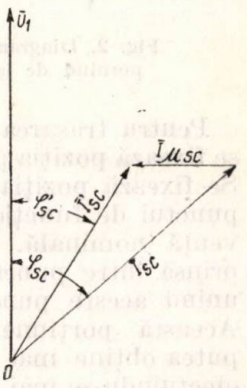


Fig. 5. Determinarea curentului și factorului de putere la scurtcircuit.

Valorile lui r_2 și X' obținute pentru diversele frecvențe de încercare, se pot trasa grafic în funcție de frecvența f' sau de alunecarea a ($a = f'/f$). Frecvența de încercare nu se poate coborî prea mult din cauza erorilor ce introduc instrumentele de măsură.

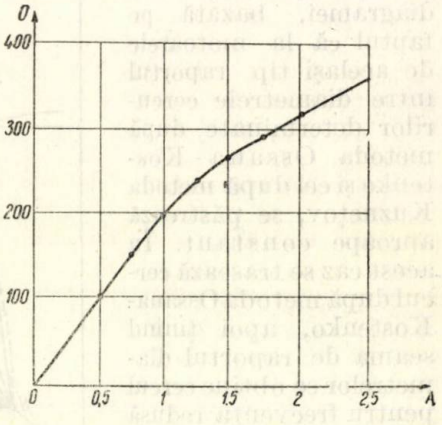


Fig. 6. Caracteristica de magnetizare pentru motorul 5kW, 380 V și 1450 rot/min.

Încercările experimentale s-au făcut pe același motor citat în metoda lui Kuznețov prezentată mai sus.

Curentul magnetizant se va determina de pe caracteristica de magnetizare a motorului (fig. 6) la care punctele de pe curbă au fost determinate prin alimentarea motorului cu o tensiune variabilă la frecvența nominală, motorul rotindu-se la sincronism.

Dăm mai jos tabela de date experimentale și valorile calculate după relațiile corespunzătoare.

Neglijînd căderea de tensiune pe rezistența r_1, în baza schemei echivalente din fig. 4, f.e.m. secundară E_2 are valoarea :

$$E_2 \cong U_1 - XI_0 = 380 - 18{,}9.2{,}66 \cong 330 \text{ V}$$

unde X este reactanța pentru $a = 0$ (fig. 7). Relația finală pentru calculul rezistenței secundare în acest caz este :

Tabelă de date experimentale

$r_{1_{75°}} = 2{,}2\ \Omega$; $I_{sc} = 5{,}5$ A

f	a%	P W	U_1 V	$\cos\varphi_{sc}$	I_μ A	I'_{sc} A	$\cos\varphi'_{sc}$	$\sin\varphi'_{sc}$	X' Ω	$X = \frac{X'}{a}$ Ω	r_2 Ω	$r_{2_{75°}}$ Ω	$\frac{r_{2_{75°}}}{a}$ Ω
10	20	500	38	0,8	0,96	4,95	0,897	0,445	3,42	17,1	4,75	5,8	29
15	30	560	44	0,77	0,72	5,1	0,83	0,556	4,8	16	5,25	6,42	21,4
20,7	41,4	590	50	0,715	0,61	5,1	0,765	0,645	6,32	15,3	5,69	6,94	16,4
30,3	60,6	700	63	0,675	0,51	5,2	0,715	0,695	8,4	13,85	6,64	7,81	12,9
37	74	720	68	0,64	0,45	5,2	0,68	0,73	9,55	12,9	7,09	8,65	11,7
43	86	760	75	0,62	0,43	5,2	0,66	0,75	10,82	12,6	7,71	9,42	10,95
50	100	830	84	0,6	0,42	5,2	0,64	0,77	12,4	12,4	8,54	10,4	10,4

Curentul I'_{sc}, cos φ_{sc} și sin φ_{sc} au fost determinate folosind construcția geometrică din fig. 5.

Cu valorile calculate ale lui X' putem reprezenta curba $X' = f(a)$ și $X = \frac{X'}{a} = f(a)$ ca în figura 7.

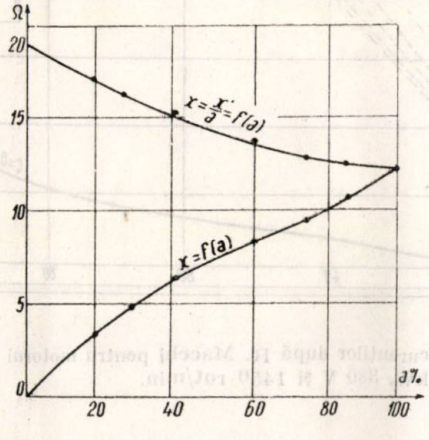


Fig. 7. Caracteristicile $X' = f(a)$ și $X = X'/a$ pentru motorul de 5 kW, 380 V și 1450 rot/min.

Interpolarea lui $\frac{X'}{a}$ pînă la axa ordonatelor se face printr-o curbă a cărei rază crește pe măsură ce alunecarea a scade. Interpolarea lui X' pînă la originea axelor de coordonate se face printr-o curbă cu raza descrescîndă.

Rezistența r_2 calculată după relația dată mai sus este afectată de erori, deoarece din valoarea lui Z'_{sc} cos φ_{sc} se scade rezistența înfășurării primare r_1 măsurată în curent continuu și nu cea măsurată în curent alternativ.

Rezistența r_2 pentru $a = 0$ se deduce în mod aproximativ din funcționarea la mers în gol.

$$r_2 = \frac{3E_2^2 a_0}{P_m} = \frac{3.330^2.5{,}25.10^{-4}}{70} = 2{,}5\ \Omega$$

unde a_0 este alunecarea la mers în gol și P_m - pierderile mecanice.

Valoarea rezistenței r_2 pentru $a = 0$ poate fi afectată de erori determinate de :

a) cuplul datorit histerezisului, care nu introduce o eroare prea mare și va duce la calculul unei rezistențe mai mici,

b) pierderile datorită pulsației fluxului în dinți și în special dacă statorul are șanțuri deschise. Aceste pierderi pot atinge valori cam de același ordin de mărime ca și pierderile în fier.

Pentru a evita influența erorilor este bine ca încercarea la mers în gol să se facă la diferite frecvențe, măsurînd alunecarea și pierderile mecanice. Se calculează reactanța de scăpări apoi E_2 și r_2. Cu valorile rezistenței r_2 astfel obținute se trasează o curbă în funcție de f și se extrapolează curba pînă la frecvența egală cu zero, punct pentru care determinăm valoarea lui r_2 corespunzătoare alunecării zero.

În fig. 8 s-a reprezentat $r_2 = f(a)$, $r_{2_{75°}} = f(a)$ și curba care ne interesează în trasarea diagramei $\frac{r_{2_{75°}}}{a} = f(a)$.

În final pentru trasarea diagramei avem nevoie de curbele

$$X = f(a) \text{ și } \frac{r_{2_{75°}}}{a} = f(a).$$

Într-un plan complex cu origina în O s-a trasat valoarea impedanței $\frac{r_{2_{75°}}}{a} + jX$, apoi s-a deplasat abscisa cu valoarea $r_1 = 2{,}2\ \Omega$, obținîndu-se curba $r_1 \frac{r_{2_{75°}}}{a} + jX$ cu originea în O'.

Făcîndu-se o inversiune faţă de polul O', căpătăm curba admitanţei

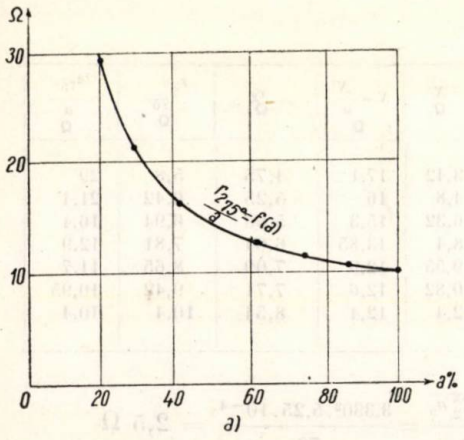
$$\frac{1}{r_1 + \frac{r_{2_{75°}}}{a} + jX}.$$

Dacă facem o translaţie a axelor de coordonate, deplasînd abscisa de ordonată cu axa ordonatelor. Inversul acestei porţiuni a diagramei impedanţelor este un cerc a cărui centru C se găseşte pe axa absciselor care trece prin O' şi a cărui diametru este egal cu $\frac{1}{X}$, unde X este reactanţa de scăpări corespunzătoare alunecării.

Cu ajutorul acestei diagrame putem determina :

a) Curentul primar şi factorul de putere.

b) Curentul secundar raportat la primar, în acelaşi fel şi cu aceeaşi aproximaţie ca la diagrama cercului.



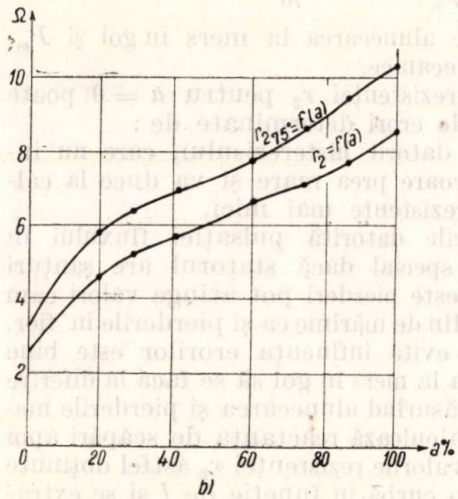


Fig. 8. Caracteristicile şi $r_{2_{75°}}/a = f(a)$ $r_2 = f(a)$, $r_{2_{75°}} = f(a)$ pentru motorul de 5k W, 380 V şi 1450 rot/min.

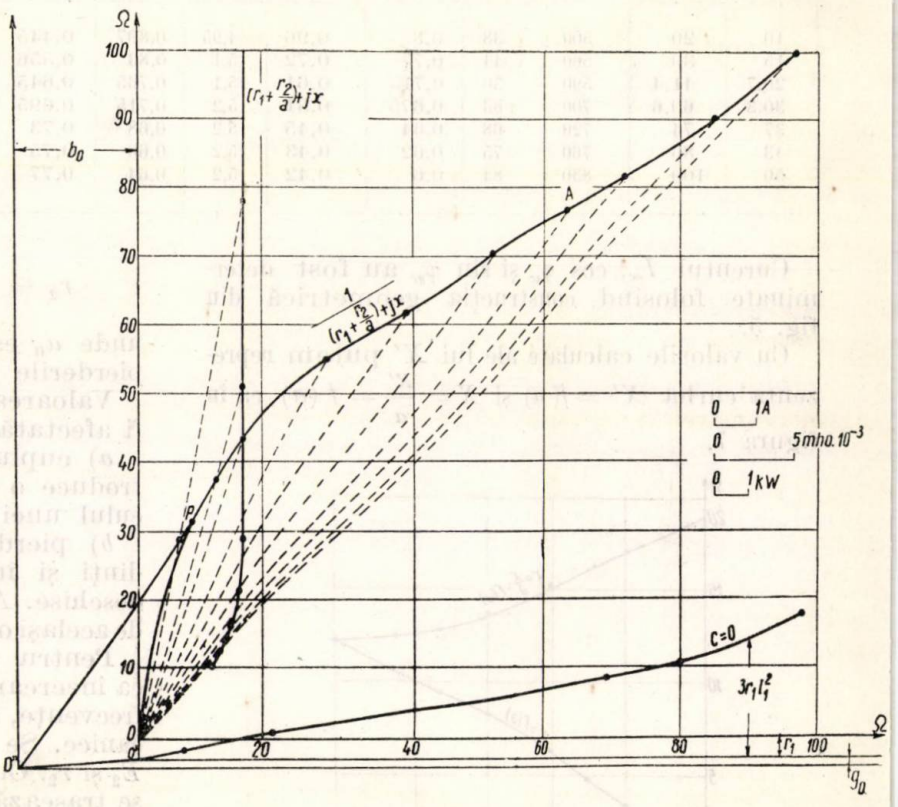


Fig. 9. Diagrama curenţilor după R. Macchi pentru motorul de 5 kW, 380 V şi 1450 rot/min.

$g^\circ = 3{,}3.10^{-4}S$, iar ordonata de abscisă $b_0 = 68{,}5.10^{-4}S$, obţinem curba admitanţei referită la noua origină O''. Ea reprezintă diagrama admitanţelor totale şi la o scară corespunzătoare diagrama curenţilor (fig. 9).

O dificultate apare la reprezentarea punctelor de alunecare mică, pentru care valoarea lui $\frac{r_{2_{75°}}}{a}$ este foarte mare.

Se observă însă că inversul punctului de la infinit corespunzător lui $a = 0$, nu este altul decît polul de inversiune O' şi că prima parte a diagramei impedanţelor, corespunzătoare valorilor mici ale lui a, este o dreaptă paralelă

c) Pentru trasarea curbei cuplurilor nule se calculează pentru cîteva puncte pierderile prin efect Joule-Lenz în circuitul primar pentru curenţi corespunzători punctelor de pe diagramă ; apoi se raportează în ordonată aceste valori la scara în waţi, plecînd de la abscisa ce trece prin O'. Unind aceste puncte obţinem curba cuplurilor nule. Cuplul în waţi conţinînd şi pierderile mecanice se măsoară prin perpendiculara dusă din punctul de funcţionare pînă la curba cuplurilor nule.

d) Pentru determinarea alunecării unui punct de funcţionare A de pe diagrama curenţilor, se uneşte cu o dreaptă polul de inversiune O' cu punctul A şi se prelungeşte dreapta pînă

la intersecția cu curba impedanțelor. Punctul de intersecție este inversul punctului A. Ordonata acestui punct în sistemul de axe cu centrul în O va da valoarea $r_{2_{75°}}/a$. Din curba $r_{2_{75°}}/a = f(a)$ (fig. 8), abscisa corespunzătoare punctului $r_{2_{75°}}/a$ va da valoarea alunecării.

În afară de alunecare se mai poate determina rezistența r_2 raportată la primar și pierderile în cuprul rotorului.

Pentru punctele de alunecare foarte mică, care nu sînt conținute pe curba impedanței, alunecarea se va putea calcula măsurînd în diagrama curentului secundar și calculînd pierderile prin efect Joule-Lenz în secundar P_{Cu_2}. Vom ține seama că r_2 pentru aceste puncte este practic egal cu valoarea obținută pentru $a = 0$.

Alunecarea a se va calcula din următoarea relație :

$$a = \frac{P_{Cu_2}}{P_u + P_m + P_{Cu_2}}$$

unde P_u este puterea dată de motor.

Metodă expeditivă de determinare a diagramei curenților la motoarele asincrone în scurteircuit

Pentru ilustrarea metodei ce o propunem [3] ne vom referi la cazul motorului asincron cu rotorul în dublă colivie. În fig. 10 sînt redate

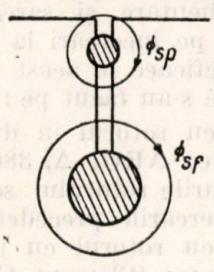


Fig. 10. Schema fluxului de scăpări pentru un șanț al rotorului cu dublă colivie.

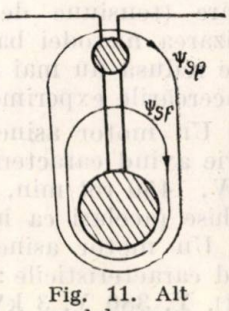


Fig. 11. Alt mod de reprezentare a fluxului de scăpări.

fluxurile de scăpări care înlănțuie barele celor două colivii dintr-un șanț al rotorului și anume : Φ_{sp} — fluxul de scăpări al barelor care formează colivia de pornire, situată spre periferia rotorului, iar Φ_{sf} — fluxul de scăpări al barelor coliviei de funcționare, dispusă la adîncime în fierul rotorului.

Majoritatea autorilor care studiază mașina asincronă cu rotorul în dublă colivie consideră convențional distribuția fluxurilor de scăpări ca în fig. 11. ψ_{sf} este fluxul ce înlănțuie numai înfășurarea de funcționare, fiind produs numai de curentul $\bar{I}_f$ din barele acestei colivii, iar ψ_{sp} este fluxul ce înlănțuie ambele colivii, produs de suma curenților din cele două colivii $\bar{I}_f + \bar{I}_p' = \bar{I}_2$.

În cele ce urmează vom considera că distribuția liniilor de forță se face ca în fig. 10, iar această distribuție este echivalentă cu cea din fig. 11, în sensul că $\bar{\Phi}_{sp} = \bar{\psi}_{sp}$ iar $\bar{\Phi}_{sf} = \bar{\psi}_{sf} + \bar{\psi}_{sp}$.

In această situație fluxurile corespunzătoare celor două colivii apar independente din punct de vedere magnetic. Repartiția fluxurilor fiind considerată ca în fig. 10, este logic să adoptăm drept schemă echivalentă a mașinii

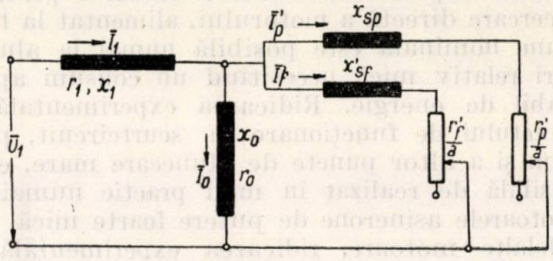


Fig. 12. Schema echivalentă a mașinii asincrone cu rotorul în dublă colivie.

asincrone cu rotorul în dublă colivie, schema din fig. 12. În această schemă s-au utilizat următoarele notații : r_1 — rezistența statorului, x_1 — reactanța statorului, r_0 — rezistența echivalentă pierderilor în fier, x_0 — reactanța principală, r'_p — rezistența coliviei de pornire raportată la stator, x'_{sp} — reactanța de scăpări a coliviei de pornire raportată la stator, r'_f — rezistența coliviei de funcționare raportată la stator, x'_{sf} — reactanța de scăpări a coliviei de funcționare raportată la stator și a — alunecarea.

Schema echivalentă adoptată ne arată că pentru determinarea diagramei curentului, pentru fiecare colivie a rotorului se poate proceda analog ca la motorul asincron cu inele. În fig. 13 s-a trasat $\bar{I}_0$ curentul de funcționare la sincronism, iar direcția diametrelor cercurilor a fost rotită cu unghiul $2\alpha = 2 \operatorname{arc} \cdot \operatorname{tg} \frac{r_1}{x_1 + x'_0}$

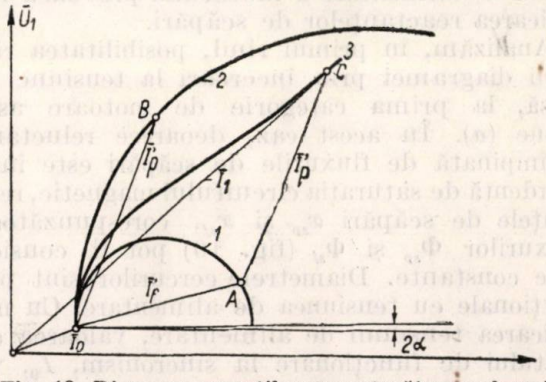


Fig. 13. Diagrama curenților corespunzătoare schemei din fig. 12.

pentru a ține seama de influența rezistenței r_1 a înfășurării statorului. Punctul de funcționare C, la o alunecare dată, se obține prin

compunerea curentului I_0 cu valorile raportate la stator ale curenților din cele două colivii, corespunzători la această alunecare : $\bar{I}_1 = \bar{I}_0 + \bar{I}_f + \bar{I}_p$.

Cercul *1* corespunde coliviei de funcționare, cercul *2* coliviei de pornire, iar curba *3* reprezintă diagrama curentului $\bar{I}_1$ din statorul motorului de inducție. Obținerea individuală a curbelor *1* și *2*, pe cale experimentală, este practic imposibilă ; ridicarea curbei *3* printr-o încercare directă a motorului, alimentat la tensiune nominală este posibilă numai la alunecări relativ mici, necesitînd un consum apreciabil de energie. Ridicarea experimentală a punctului de funcționare în scurtcircuit, precum și a altor puncte de alunecare mare, este posibilă de realizat în mod practic numai la motoarele asincrone de putere foarte mică. La celelalte motoare, ridicarea experimentală a acestor puncte duce la încălziri inadmisibile.

Dificultățile semnalate dispar dacă se ridică diagrama curentului la o tensiune coborîtă. Prezintă interes să găsim mijloacele cu care se poate obține diagrama curentului la tensiune nominală, cînd se dispune de diagrama la o tensiune coborîtă.

Încercările motorului asincron la tensiune variabilă au ca urmare modificarea stării de saturație a circuitului magnetic parcurs de fluxul principal. În ceea ce privește fluxurile de scăpări ale rotorului și statorului se disting două cazuri :

a) Motoarele asincrone cu șanțurile deschise sau semideschise, la care o parte din traiectul liniilor de forță ale fluxurilor de scăpări trece prin aer, în care caz reactanțele de scăpări ale rotorului și ale statorului nu sînt influențate de tensiunea de alimentare a mașinii. Majoritatea motoarelor asincrone cu inele precum și unele motoare cu rotorul în scurtcircuit fac parte din această categorie.

b) Motoarele asincrone cu șanțurile rotorului sau statorului închise, la care modificarea tensiunii de alimentare a motorului provoacă modificarea reactanțelor de scăpări.

Analizăm, în primul rînd, posibilitatea ridicării diagramei prin încercări la tensiune redusă, la prima categorie de motoare asincrone (*a*). În acest caz, deoarece reluctanța întîmpinată de fluxurile de scăpări este independentă de saturația circuitului magnetic, reactanțele de scăpări x_{sp} și x_{sf}, corespunzătoare fluxurilor Φ_{sp} și Φ_{sf} (fig. 10) pot fi considerate constante. Diametrele cercurilor sînt proporționale cu tensiunea de alimentare. Cu modificarea tensiunii de alimentare, valoarea curentului de funcționare la sincronism, I_0, variază după curba de magnetizare a mașinii. În consecință, se modifică și unghiul 2α de decalaj al liniei diametrelor. Rezultă că pentru această categorie de mașini, diagrama curenților la tensiune nominală se poate obține din diagrama ridicată la tensiune redusă, modificînd, în conformitate cu curba de magnetizare, curentul I_0 și deci și unghiul 2α, raportul scărilor diagramei la tensiune nominală și a diagramei la tensiune coborîtă fiind egal cu raportul tensiunilor. Fiecare punct obținut pe diagrama la tensiune coborîtă la o anumită alunecare corespunde aceleiași alunecări pe diagrama recalculată la tensiunea nominală. Determinarea puterilor, cuplurilor, factorului de putere etc., din diagrama corespunzătoare tensiunii nominale, obținută prin această metodă se face la fel ca în diagramele construite prin metodele citate [1] [2].

Aceste concluzii, obținute pentru motorul asincron cu rotorul în dublă colivie, pot fi extinse la cazul motoarelor cu colivie multiplă sau cu șanțuri adînci și pot fi particularizate și în cazul motorului în simplă colivie sau cu inele ; pentru motoarele cu inele metoda ce o propunem coincide cu metodele uzuale.

În cazul motoarelor asincrone cu șanțuri închise, reactanțele de scăpări depind de starea de saturație a traiectului urmat de fluxul de scăpări. Starea de saturație a acestui traiect depinde atît de valoarea tensiunii de alimentare cît și de intensitatea curenților, adică de încărcarea motorului. Or, reproducerea pe cale experimentală a unei anumite stări de saturație a traiectului fluxurilor de scăpări implică în acest caz încercarea motorului în condiții normale de funcționare (tensiune de alimentare și sarcină). Utilizarea metodei bazată pe încercări la tensiune redusă nu mai este eficace în acest caz.

Încercările experimentale s-au făcut pe :

a) Un motor asincron cu rotorul în dublă colivie avînd caracteristicile : AEG, Δ, 380 V, 5 kW, 1450 rot/min, șanțurile rotorului semideschise (același ca în încercările precedente).

b) Un motor asincron cu rotorul cu inele avînd caracteristicile : Dinamo (Clement Gottwald), Y, 380 V, 3 kW, 940 rot/min, șanțurile rotorului deschise.

c) Un motor asincron cu rotorul în simplă colivie avînd caracteristicile : Electroprecizia, Y, 380 V, 2,8 kW, 1450 rot/min, șanțurile rotorului închise.

Procedeul experimental folosit utiliza o sursă trifazată de tensiune variabilă pentru alimentarea motorului asincron. Obținerea diverselor alunecări s-a realizat cuplînd coaxial cu motorul studiat o mașină de curent continuu cu excitație separată. Variind viteza mașinii de curent continuu printr-un reglaj adecvat al tensiunii ei de alimentare, s-a putut obține orice regim de funcționare al ei ca generator sau ca motor. Dispozitivul utilizat a permis ridicarea datelor și pentru domeniul de funcționare nestabilă a motorului asincron.

Curbele obținute în cazul motorului cu rotorul în dublă colivie sînt reprezentate în fig. 14. Curba *1* reprezintă diagrama curentului

statoric, ridicată la tensiune nominală (pentru intervalul de viteze 1500...680 rot/min), curba *2* reprezintă diagrama curentului statoric, ridicată la tensiunea de 220 V/fază (pentru intervalul de viteze 1500...480 rot/min) căreia i s-au aplicat corecțiile de curent la funcționarea la gol și de scară, iar curba *3* reprezintă diagrama curentului statoric, ridicată la tensiunea nominală (pentru intervalul de viteze 1500...0 rot/min) căreia de asemenea i s-au aplicat corecțiile de curent la funcționarea la gol și scară. Corecțiile de curent la funcționarea la gol s-au făcut utilizînd curba la mers în gol a mașinii, ridicată experimental, alimentînd motorul la tensiuni variabile, viteza sa fiind cea de sincronism; în același timp s-a măsurat și defazajul curentului pentru precizarea direcției vectorului curent la funcționarea în gol. Curbele astfel trasate se suprapun satisfăcător; deosebiri apar în special la alunecări apropiate de funcționarea în scurtcircuit, fără a depăși diferența de 5 la 10%. Cauza apariției acestor diferențe este pe de o parte modificarea stării de saturație a istmurilor șanțurilor rotorului și pe de altă parte datorită modificării rezistenței rotorice ca urmare a încălzirii diferite în timpul încercărilor la tensiuni diferite.

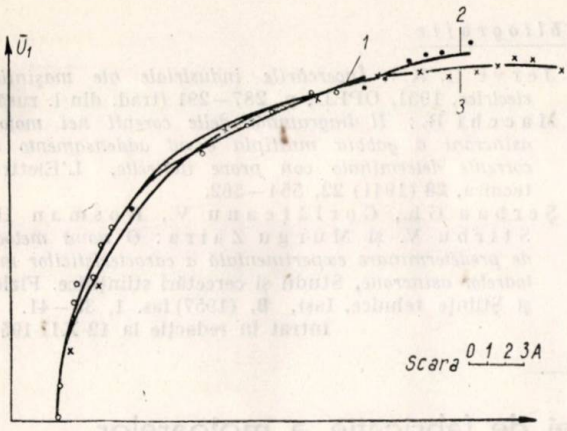


Fig. 14. Diagramele curenților pentru motorul studiat pe baza încercării la diferite tensiuni.

Curbele obținute în cazul motorului cu rotorul cu inele sînt reprezentate în fig. 15. Curba *1* reprezintă diagrama curentului statoric ridicată la tensiunea nominală (pentru intervalul de viteze 1050 ... 800 rot/min), curba *2* reprezintă aceeași diagramă ridicată la tensiunea de 75 V/fază (pentru intervalul de viteze 1000...0 rot/min), iar curba *3* reprezintă diagrama ridicată la tensiunea de 42 V/fază (pentru intervalul de viteze 1000... 0 rot/min); curbelor *2* și *3* le-a fost aplicată în prealabil corecția de curent la gol precum și corecția de scară. Atît în cazul motorului cu rotorul în dublă colivie cît și în cazul motorului cu rotorul cu inele, corecția unghiulară $2(\alpha_n' - \alpha_{red}')$ este neînsemnată; α_n' este unghiul corespunzător tensiunii nominale de alimentare a motorului, iar α_{red}' — unghiul corespunzător unei tensiuni reduse de alimentare a motorului.

Curbele trasate se suprapun în acest caz, fără a depăși diferența de 1—2%.

Încercările efectuate pe motorul asincron cu rotorul în simplă colivie nu au dat rezultate

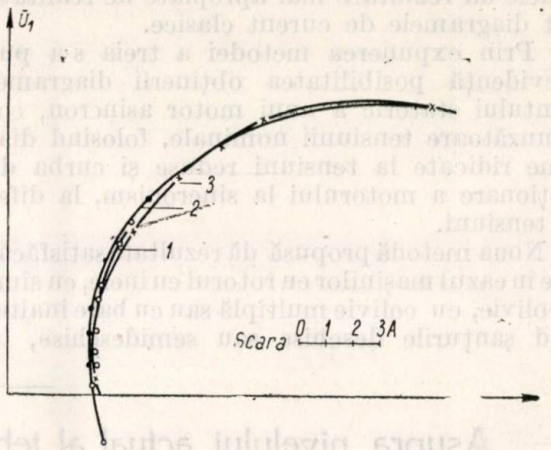


Fig. 15. Diagramele curenților unui motor asincron cu rotor cu inele, construite pe baza încercărilor la diferite tensiuni.

satisfăcătoare, deoarece rotorul său era prevăzut cu șanțuri închise, iar reactanța de scăpări a înfășurării rotorului se modifică sensibil, o dată cu tensiunea de alimentare a motorului.

Utilizarea curbelor astfel trasate se face după procedeul uzual.

Întrucît curba curentului primar se ridică experimental în aceleași condiții de frecvență ca în funcționarea normală, rezultă că influența efectului pelicular este considerată, ceea ce constituie un avantaj al metodei propuse de noi, față de metodele existente.

Concluzii

Dintr-o analiză făcută din punct de vedere cantitativ asupra diagramelor curenților aceluiași motor, după cele trei metode expuse, s-a ajuns la următoarele concluzii:

a) Toate metodele prezentate dau erori ce nu depășesc decît cu maximum 10% valorile obținute printr-o încercare directă a motorului, ceea ce arată că din punct de vedere tehnic sînt acceptabile.

b) Din analiza primelor două metode [1], [2] se constată că metoda lui B. I. Kuznețov este o metodă mai rapidă și mai ușor de realizat. În acest caz este necesar să se efectueze numai o încercare la frecvență coborîtă, iar diagrama de funcționare a curentului se trasează direct. Datorită acestui fapt, această metodă se poate întrebuința în cazul cînd avem nevoie de obținerea diagramei de funcționare la încercări la bancurile de probă ce au sursă de curent alternativ, cu frecvență variabilă.

c) Metoda inversiunii [2] este mai greu de realizat, necesitînd mai multe încercări la frecvenţe coborîte şi o construcţie grafică mai complicată, bazată pe o serie de inversiuni geometrice. Ea este o metodă de laborator, mai exactă, curbele construindu-se punct cu punct. Această metodă aplicată unui motor asincron cu inele dă rezultate mai apropiate de realitate decît diagramele de curent clasice.

d) Prin expunerea metodei a treia s-a pus în evidenţă posibilitatea obţinerii diagramei curentului statoric a unui motor asincron, corespunzătoare tensiunii nominale, folosind diagrame ridicate la tensiuni reduse şi curba de funcţionare a motorului la sincronism, la diferite tensiuni.

e) Noua metodă propusă dă rezultate satisfăcătoare în cazul maşinilor cu rotorul cu inele, cu simplă colivie, cu colivie multiplă sau cu bare înalte, avînd şanţurile deschise sau semideschise, la care reactanţele de scăpări nu depind de valoarea tensiunii de alimentare.

f) Avantajele prezentate de noua metodă propusă le constituie : evitarea întrebuinţării încercărilor la frecvenţă coborîtă, consumul redus de energie şi evitarea erorilor introduse în metodele anterioare, care neglijau influenţa efectului pelicular.

Bibliografie

[1] Jerve G. K.: *Încercările industriale ale maşinilor electrice*, 1951, OPED, p. 287—291 (trad. din l. rusă).

[2] Macchi R.: *Il diagramma delle corenti nei motori asincroni a gabbia multipla e ad addensamento di corrente determinato con prove indirette*, L'Elettrotecnica, **28** (1941) 22, 554—562.

[3] Şerban Gh., Corlăţeanu V., Rosman H., Stirbu V. şi Murgu Zaira: *O nouă metodă de predeterminare experimentală a caracteristicilor motoarelor asincrone*, Studii şi cercetări ştiinţifice. Fizică şi Ştiinţe tehnice, Iaşi, **8**, (1957) fas. 1, 33—41.

Intrat în redacţie la 12-XII-1957.

Asupra nivelului actual al tehnologiei de fabricaţie a motoarelor electrice asincrone

Perfecţionarea continuă a nivelului tehnologic de fabricaţie a maşinilor asincrone este strîns legată de creşterea productivităţii şi a calităţii produselor. In articol sînt expuse pe larg metodele tehnologice cele mai noi, legate de fabricarea maşinilor asincrone. Datele prezentate sînt în cea mai mare parte culese din întreprinderile pe care autorul le-a vizitat în străinătate.

ION CRIŞAN — Bucureşti *)

CZ 621.313.333.002

1. Introducere

Dezvoltarea multilaterală a economiei ţării noastre sub impulsul eforturilor care se depun pentru construirea socialismului determină o creştere considerabilă a cererii de motoare electrice în special motoare din aşa zisa serie normală, cu puteri variind între 0,6 şi 100 kW. Astfel numai la gabaritele pînă la 7 kW producţia a crescut în 1956 faţă de 1955 cu 55% şi urmează să crească în 1958 faţă de 1957 cu încă 40%. Ritmul de creştere depăşeşte deci de cîteva ori ritmul general de creştere a producţiei în ramura construcţii de maşini.

Acest fenomen nu este izolat. Industria constructoare de maşini electrice din ţările socialiste se vede în situaţia de a fi nevoită să-şi crească rapid capacitatea de producţie, noile capacităţi care sînt prevăzute să intre în funcţiune depăşind de cîteva ori capacităţile actuale. Situaţia este analogă în ţările industriale capitaliste.

O astfel de conjunctură economică determină desigur conducerile din industrie la adoptarea unor măsuri complexe în legătură cu ameliorarea caracteristicilor tehnice şi economice ale produselor respective. În domeniul motoarelor asincrone normale, această acţiune constă de fapt în crearea aşa numitelor *serii unitare* moderne. Acţiunea de realizare a acestor serii unitare moderne preocupă în momentul de faţă fabricile constructoare de motoare electrice din lumea întreagă, iar rezultatele economice pe care se contează sînt deosebit de interesante.

Recent în cadrul Comisiei de Construcţii de Maşini a Consiliului de Ajutor Economic Mutual o grupă de specialişti din toate ţările, membre CAEM a încheiat un ciclu de lucrări destinat stabilirii parametrilor constructivi şi tehnologici unici, ai noilor serii care se pregătesc de diferitele ţări. Consider interesant să redau cîteva din caracteristicile esenţiale ale acestor parametri.

Iese în evidenţă, în primul rînd, caracterul lor progresiv. O dată cu o majorare, a numărului treptelor de puteri şi cu o îmbunătăţire a indicilor energetici, motoarele vor avea un gabarit sensibil mai mic decît vechile serii uzuale, diferenţa de volum fiind de ordinul 15 — — 20%. Acest progres se datoreşte în primul rînd folosirii izolaţiilor de clasă superioară (E).

Stabilirea unitară şi univocă a dimensiunilor de montaj şi a coordonării acestor dimensiuni cu scara de putere şi de diametre, determină interschimbabilitatea perfectă a maşinilor fabricate în ţările prietene. Un element

*) Ing. I. Crişan, laureat al Premiului de Stat, este director tehnic în Dir. Gen. a Industriei Electrotehnice din Ministerul Industriei Grele.

nou constă în folosirea paralelă a înfășurărilor din aluminiu, motoarele cu aluminiu avînd aceleași dimensiuni de montaj ca și cele cu cupru.

Este de la sine înțeles că o exploatare integrală a posibilităților economice pe care le oferă creșterea considerabilă a volumului producției și în special obținerea cu investiții reduse a acestui volum de producție sensibil sporit, nu poate fi realizată numai pe seama ameliorărilor constructive. O eficacitate economică directă o are ameliorarea sensibilă a tehnologiei de fabricație. În ultimul timp, în toate țările cu industrie electrotehnică dezvoltată, organizarea și metodele de fabricație folosite în producția motoarelor normale au înaintat foarte repede.

La noi în țară s-a început recent elaborarea constructivă a noii serii unitare de motoare normale, folosind experiența acumulată în ultimii ani în ce privește modernizarea vechilor serii cum și o bogată documentare tehnică. În același timp au fost realizate unele progrese în metodele tehnologice folosite în special la fabrica Electroprecizia. La această fabrică este în curs de efectuare o modernizare complexă a organizării fabricației, al cărei obiectiv este realizarea unei creșteri a producției de trei ori față de 1957, fără afectarea unor suprafețe productive suplimentare.

În legătură cu pregătirea acestei acțiuni și cu aducerea ei la îndeplinire am considerat util să ne facem o părere asupra nivelului actual al tehnologiei de fabricație, atins în marile fabrici de specialitate de peste hotare.

Este tocmai ceea ce ne propunem să expunem în cele ce urmează, încercînd în același timp ca analizînd cu o perspectivă realistă, multitudinea de variante tehnologice existente să ne formăm o părere asupra ceea ce se poate și trebuie făcut în viitorul imediat în industria noastră de motoare pentru ca să obținem rezultate cît mai importante.

Unul din elementele de bază a ceea ce am numit o „perspectivă realistă" îl reprezintă caracterul de serie al producției. Datorită condițiilor specifice ale economiei noastre, numeroase din acele cuceriri ale tehnicii de fabricație care sînt în slujba unei producții de 10—30 000 buc. motoare pe lună nu sînt aplicabile la un volum de producție de cîteva ori mai mic. Cu atît mai mult însă, trebuie neapărat depistate acele procedee de fabricație care, economice chiar la volumul relativ redus de producție caracteristic fabricilor noastre, determină un însemnat salt în productivitate. Considerațiile ce urmează se referă în special la gabaritele mici de motoare, între 0,6—10 kW (la 1 500 rot/min) care reprezintă astăzi aproximativ 80% din numărul și 40% din puterea totală a motoarelor electrice asincrone fabricate. Într-o mare măsură, cele preconizate la aceste gabarite vor putea fi extinse la gabaritele superioare. Totuși, caracterul de serie mult mai mică care caracterizează fabricarea motoarelor peste 10 kW nu permite tratarea lor și din punct de vedere tehnologic, în aceeași categorie cu cele trei gabarite inferioare.

Înainte de a trece la analiza principalelor variante de procese tehnologice folosite astăzi, trebuie spuse cîteva cuvinte despre alegerea tipului constructiv de bază. Motoarele din grupa de care ne ocupăm se fabrică în mod curent în următoarele variante:

din punct de vedere al materialului folosit pentru carcasă:

— execuție din silumin;
— execuție în fontă;

din punctul de vedere al protecției:

— execuție capsulată;
— execuție protejată.

Problema alegerii uneia sau a unora din aceste variante pentru programul de fabricație a industriei noastre de motoare electrice, pe o perspectivă mai îndepărtată, depășește cadrul acestei lucrări. Ne pare clar că o hotărîre în această problemă trebuie fundamentată exclusiv pe considerații cu caracter economic și nu pe considerații cu caracter tehnic. Într-adevăr, cu excepția marilor concerne electrotehnice toate celelalte fabrici de specialitate se limitează la fabricarea uneia din cele patru variante posibile. În ce privește alegerea materialului folosit pentru carcasă, fonta și siluminul turnat sub presiune își împart preferința producătorilor, cu o oarecare tendință de trecere a ponderii spre silumin, în special acolo unde se tinde spre o automatizare cît mai completă a procesului de fabricație*). Cu toate acestea, întreprinderi de prim rang continuă să elaboreze serii noi de motoare electrice cu execuții în fontă**). Mai netă este preferința care se acordă de majoritatea producătorilor (repet, cu excepția marilor concerne care fabrică toate variantele folosind uzine specializate) execuției capsulate. Este limpede că față de exigențele sporite care se pun procesului de fabricație, acesta se bazează pe utilaje specializate la maxim. Economia investițiilor la producător cere neapărat adoptarea unui singur tip de protecție în loc de două, iar acordul între interesele producătorului și ale beneficiarului se face prin atingerea obiectivului: motoare capsulate la prețul celor deschise.

Industria noastră de motoare a fabricat pînă în prezent, în categoria 0,6—10 kW exclusiv motoare din fontă și exclusiv motoare capsulate. Este puțin probabil că vor apare în următorii doi, trei ani condiții economice hotărîtoare pentru o trecere la silumin, în special

*) Seria NOVACEM elaborată în 1955 de Cie Electro-Mécanique Lyon.

**) Seria ISACEC și NEMACEC elaborată în 1955 de ACEC Charleroi.

în legătură cu problema dotării cu utilaj de turnare sub presiune. Numai în mică măsură această ipoteză trebuie reținută pentru dezvoltarea ulterioară. De asemenea avînd în față problema acută a specializării utilajului și a măririi seriilor de fabricație nu apare cu nimic justificată extinderea sortimentelor prin fabricarea unei serii paralele de motoare deschise. Acestea sînt motivele pentru care în cele ce urmează, se vor trata exclusiv problemele fabricării motoarelor în fontă, în execuție capsulată.

2. Fluxul tehnologic

Fluxul tehnologic al fabricației motoarelor electrice de care ne ocupăm se prezintă în forma lui ideală ca în fig. 1.

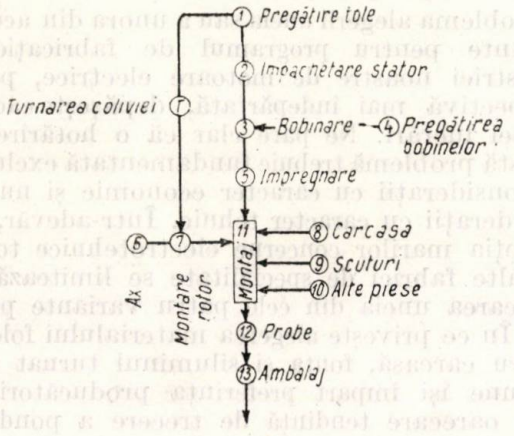


Fig. 1. Fluxul tehnologic ideal.

Adaptarea acestui flux la clădiri existente nu poate, în general, pune probleme imposibil de rezolvat (fig. 2). Caracteristice pentru acest flux sînt următoarele elemente :

— existența liniilor de mașini specifice fiecărei piese sau subansamblu în parte ;

— menținerea unui anumit tact de producție pentru toate locurile de lucru, deci reducerea la minim și numai în cîteva puncte a stocurilor de piese între operații ;

— executarea bobinajului fără carcasă, deci presarea miezului statoric în carcasă după bobinare.

Aceste elemente se regăsesc în felul de amenajare a unui număr mare de fabrici de specialitate modernă. Dacă primele două au un caracter organizatoric general și sînt prea cunoscute pentru a fi necesar să insistăm asupra utilității adoptării lor la amenajarea unei fabrici de mașini cu producție de serie, ultimul element are un caracter specific și este susceptibil la discuții. În rezumat avantajele acestui flux sînt următoarele :

— ușurarea manevrării statorului la bobinare ;

— reducerea volumului impregnat, economie de lac, economie de lucru la curățirea după impregnare ;

— posibilitatea vopsirii complete sau aproape complete a carcasei înainte de uzinare, deci evitarea unei vopsiri laborioase pe motorul montat ;

— scurtarea ciclului de fabricație.

Dezavantajul unic al sistemului constă în necesitatea unei prelucrări ulterioare a pragurilor carcasei pe mașina bobinată. Avantajele arătate mai sus au un caracter hotărîtor, de aceea adoptarea fluxului indicat și a unei tehnologii corespunzătoare chiar și acolo unde, ca în cazul motoarelor fabricate la noi în țară, sînt necesare în acest scop unele modificări constructive, se impune în mod categoric.

Pornind de la aceste idei, în cursul lunilor care urmează fabrica „Electroprecizia" din Săcele își reamenajează spațiile de producție adoptînd o schemă de flux apropiată de cea ideală, indicată în fig. 2. Această reamenajare a liniilor tehnologice, comportînd totodată și numeroase ameliorări tehnologice despre care se va trata mai departe, va trebui să conducă — așa cum s-a arătat — la o creștere a capacității de producție de mai bine de trei ori, cum și la o substanțială creștere a productivității muncii.

În fig. 2 se observă că fluxul principal începe cu sectorul de ștanțare a tolelor *1* și impachetarea miezului statoric *2* de unde continuă cu atelierul de impregare și bobinaj. Transversal pe acest flux principal se situează pregătirea bobinelor *4*, liniile tehnologice ale carcaselor, ale scuturilor și ale axelor. În fapt, atît linia de ștanțare a tolelor cît și liniile pentru carcase și scuturi sînt divizate în cîte două linii paralele aproape identice. Această divizare este absolut necesară pentru a permite fabricarea simultană a două gabarite și pentru a asigura o mai mare elasticitate în programare. Montajul începe prin introducerea miezului rotorului și a celorlalte piese pe ax și continuă cu montajul propriu - zis, încercări, vopsirea finală și ambalare. Atelierul de turnare sub presiune fiind situat într-o hală separată urmează să se efectueze transportul indicat în figură. Cu tot spațiul restrîns care a fost dis-

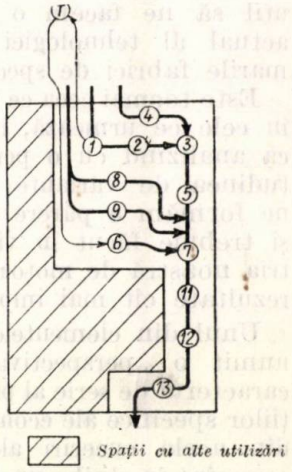


Fig. 2. Fluxul tehnologic real care se va realiza în fabrica Electroprecizia :

1 – pregătirea tolelor ; *2* – impachetarea statorului ; *3* – bobinare ; *4* – pregătirea bobinelor ; *5* – impregnare ; *6* – ax ; *7* – montare rotor ; *8* – carcasa ; *9* – scuturi ; *10* – alte piese ; *11* – montaj ; *12* – probe ; *13* – ambalaj ; *T* – turnarea coliviei ; *A* – montare rotor.

ponibil, soluția adoptată de fabrică conduce la un flux rațional și va contribui în măsură hotărîtoare la sporul de capacitate de producție urmărit.

3. Miezul magnetic

Într-o tehnologie normală, miezul magnetic reprezintă aproximativ 12 % din volumul total de manoperă. Această pondere pare mică dacă se ține seamă de numărul mare de tole care formează miezul și de exigențele de calitate, care trebuie să aibă un caracter cu totul deosebit în orice fabrică civilizată de mașini electrice. Această pondere se explică însă prin rezultatele bune obținute în eforturile de creștere continuă a productivității muncii la stanțare. În practica fabricilor moderne de motoare asincrone, de tipul celor de care ne ocupăm, sînt curente două variante tehnologice distincte și anume :

a) *Stanțarea pe prese cu excentric normale*, folosind ștanțe cu acțiune simultană, în diferite variante de ștanțare asupra cărora vom reveni.

Productivitatea acestui sistem este de 4—5 tole pe minut (la operațiile de ștanțare) și poate fi mărită prin diferite procedee asupra cărora de asemenea vom reveni, pînă la circa 20 de tole pe minut.

b) *Stanțarea pe prese cu excentric speciale, automate.* Productivitatea sistemelor de acest fel atinge 60 la 120 tole pe minut.

Pentru stanțarea pe prese cu excentric normale poate fi considerat optim procesul tehnologic de stanțare din două operații, plecînd de la tabla tăiată în benzi și folosind ștanțe cu acțiune simultană :

operația I — stanțarea crestăturilor statorului, diametrul exterior și interior al statorului și orificiul central ;

operația a II-a — stanțarea crestăturilor rotorului și a găurii de ax.

Această tehnologie conduce la o calitate ireproșabilă a pachetului de tole statoric, datorită concentrării ștanțării integrale a tolei stator într-un singur pas. Concentricitatea conturului interior și exterior al tolei stator cum și poziția relativă a crestăturilor sînt perfect asigurate. Construcția ștanței pentru operația I nu este prea complicată, în timp ce ștanța pentru operația a II-a este o ștanță compound obișnuită. Dezavantajul metodei constă în productivitatea relativă redusă și în necesitatea de a așeza și muta tolele de la o operație la alta. Există metode care elimină în măsură oarecare aceste dezavantaje.

O primă cale este aceea a concentrării ambelor operații de mai sus pe o singură ștanță. În acest scop se folosesc ștanțe complexe avînd suprafețele de tăiere în planuri diferite. Fabrica Electroprecizia folosește cu succes acest tip de ștanțe executate după o concepție proprie. O variantă a fost descrisă nu demult în literatura sovietică de specialitate [1]. Totuși complexitatea acestor scule este de natură să influențeze negativ economia și siguranța lor în exploatare.

O altă cale este aceea a automatizării operațiilor de ștanțare. Astfel la prima operație se pot adopta dispozitive de avans automat al benzii. Aceste dispozitive sînt destul de sigure în funcționare și formează azi un echipament standard al preselor excentrice moderne. Mai dificilă este problema evacuării tolei ștanțate. Pentru a rezolva această problemă cum și pentru grăbirea ritmului operației de ștanțare a rotorului (operația a doua de mai sus) este necesar să se înlocuiască presele obișnuite cu prese cu masă înclinabilă (fig. 3); la aceste prese se poate adopta un dispozitiv special, un fel de mînă mecanică. Această mînă mecanică, mai bine zis un platou de tablă, se interpune între poanson și matriță imediat după începerea cursei de ridicare a berbecului. Tola, care a rămas prinsă pe partea superioară a matriței, este aruncată de aruncător aproape de punctul mort superior și cade pe acest platou. În același moment platoul revine în poziția lui inițială printr-o mișcare de rotație de 90°. Spațiul între poanson și matriță se eliberează, tola cade, datorită poziției înclinate a presei, pe o bandă transportoare de unde e așezată automat în stivă. În felul acesta randamentul presei atinge 40—60 tole ștanțate pe minut.

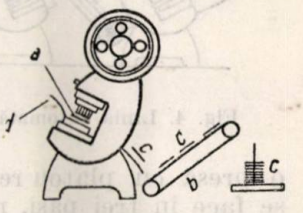


Fig. 3. Automatizarea evacuării la stanțarea tolelor rotorului :
a — mîna mecanică ; *b* — bandă transportoare ; *c* — tole ; *d* — jgheab de dirijare a tolelor la introducerea în ștanță.

Un salt calitativ îl reprezintă desigur folosirea proceselor tehnologice în întregime automate, folosind mașini specializate. Se întîlnesc trei variante bazate pe :

— folosirea preselor excentrice normale în linie automată ;

— folosirea preselor cu masă revolver ;

— folosirea preselor excentrice de mare tonaj, cu ștanțe cu patru pași.

Primul procedeu se bazează pe diferențierea operațiilor de ștanțare în trei operații așezate în ordinea :

operația I — ancoșe stator,
operația a II-a — ancoșe rotor,
operația a III-a — decupare exterior stator și rotor plecînd de la tola tăiată în patrate.

În fig. 4 este redată schematic linia automată de prese. Alimentarea primei mașini cu pătrate se face automat dintr-un buncăr, a celorlalte două — prin intermediul benzilor transportoare. Benzile transportoare care evacuează tolele rotor și stator conduc pînă la locurile unde se face împachetarea. Ghidarea tolei de la o

operaţie la alta se face prin găuri aşezate în colţuri.

Al doilea procedeu se bazează pe schema de operaţii indicate în fig. 5. Se folosesc două prese, din care prima comportă dispozitive de avans automat al benzii şi de evacuare şi grupare a rondelelor stanţate. A doua presă este

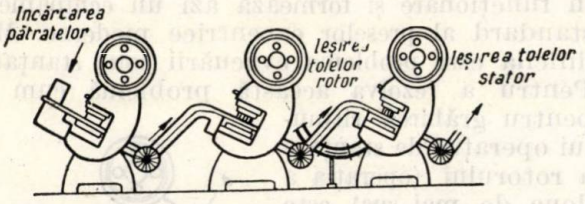


Fig. 4. Linia automată de prese (ACEC-Charleroi).

o presă cu platou revolver pe care ştanţarea se face în trei paşi, rondela avansînd succesiv prin mişcare de rotaţie de la o stanţă la alta, în ordinea ancoşe rotor, ancoşe stator, decupare rotor din stator. Alimentarea se face automat din buncăr.

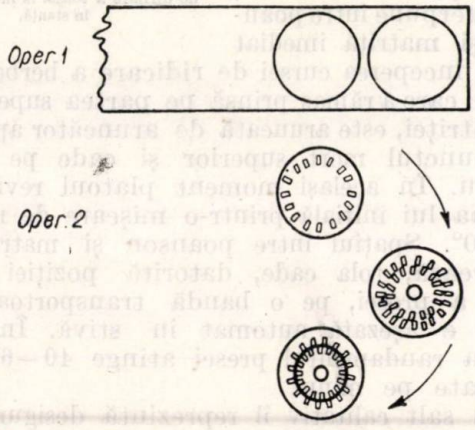


Fig. 5. Schema de stanţare cu ajutorul presei revolver.

În fine, al treilea procedeu se bazează pe concentrarea integrală a operaţiilor folosind o stanţă cu patru paşi şi o mişcare de avans liniară în întregime automatizată. În fig. 6 este indicată succesiunea paşilor. Marele avantaj al acestui procedeu, pe lîngă faptul că se bazează pe o singură maşină, este acela că la căderea tolelor în dreptul ultimilor doi paşi, ele se grupează una peste alta în mod ireproşabil, ceea ce simplifică operaţia de împachetare şi evită necesitatea unei sortări prealabile.

Am menţionat mai sus că obţinerea unei concentricităţi perfecte între interiorul şi exteriorul tolei stator e condiţionată de stanţarea acestor diametre în acelaşi pas. Schema de tăiere din fig. 6 ru respectă acest principiu. În consecinţă obţinerea unui întrefier uniform, în ipoteza folosirii acestei scheme, trebuie asigurată prin prelucrarea pragurilor carcasei după presarea pachetului statoric în carcasă, luînd ca bază diametrul interior al pachetului. Există o variantă care elimină acest inconvenient astfel : al treilea pas al stanţei decupează atît conturul interior al tolei stator cît şi conturul exterior al acestei tole. Decuparea conturului exterior se face incomplet, lăsînd între bandă şi tolă 3—4 punţi înguste care permit transportul tolei stator la pasul următor. La al patrulea pas, aceste punţi sînt retezate iar tola stator este desprinsă complet de bandă şi împinsă în jos. Dezavantajul acestui procedeu constă în faptul că, datorită construcţiei stanţei de la pasul al treilea, trebuie lăsată între tole o punte mai lată decît cea normală (5—6 mm) ceea ce, în cazul folosirii tablei silicioase în benzi lungi, măreşte apreciabil consumul specific de material.

Avînd în vedere cantitatea enormă de deşeuri care rezultă la randamentul considerabil al preselor acestora automate (se poate aprecia capacitatea de stanţare a acestor prese la 10 tone tablă pe 8 ore), evacuarea deşeurilor este o problemă serioasă. Pentru a facilita această operaţie, presele automate cu cursă liniară sînt prevăzute cu foarfeci cu role, acţionate automat, foarfeci care taie în bucăţi banda deşeu în ritmul mişcării de avans. De obicei, deşeurile cad la subsol pe o bandă rulantă, care le transportă la o presă hidraulică de balotare ; de acolo mai departe cu ajutorul unui elevator baloturile sînt încărcate în vagon.

Pentru unele din fabricile noastre se pune în mod imperios problema îmbunătăţirii în mod simţitor a tehnologiei de stanţare a tolelor, atît din punct de vedere calitativ, cît şi din punctul de vedere al productivităţii care trebuie să crească de cîteva ori faţă de stadiul actual. Părerea noastră este că trecerea la automatizarea stanţării este oportună şi economic justificată mai ales la gabaritele pînă la 10 kW. Un calcul sumar, făcut la nivelul producţiei de atins în următorii doi ani conduce la o economie realizabilă prin automatizare, numai din manopera directă, fără a mai ţine seamă de cheltuie-

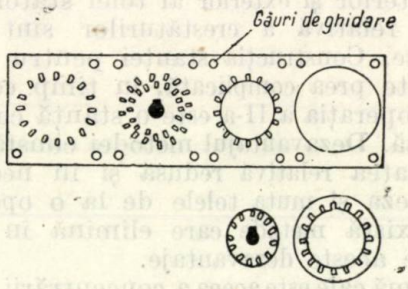


Fig. 6. Schema de stanţare cu 4 paşi.

lile de transport, de spaţiu etc. de circa 250 000 lei pe an, respectiv la o durată de amortizare a utilajului special care ar trebui importat, de ordinul a 2—3 ani.

Dacă în ceea ce privește operațiile premergătoare stanțării la tăierea în benzi s-a generalizat folosirea foarfecilor cu role, asupra izolării tolelor părerile au rămas împărțite. În timp ce unele fabrici din Uniunea Sovietică, ACEC-Charleroi și alții folosesc tabla neizolată, multe alte fabrici de prim rang (Cie Electro-Mécanique Lyon, MEZ Mohelnice CSR, Sachsenwerk Dresden) folosesc încă izolarea cu hîrtie, considerată în general învechită.

Experiențele făcute în ultimul timp de marile fabrici de specialitate din țările prietene tind să confirme concluzia că la motoarele pînă la 10 kW izolarea tolelor nu are efecte sensibile și deci nu este necesară. Pentru motoarele mai mari, ca și pentru motoarele cu carcase din silumin turnate direct pe pachetul de tole și care din această cauză trebuie executate cu tole izolate, vin în discuție două procedee de izolare: izolarea cu lac și uscarea în cuptor tunel cu radiații infraroșii sau izolarea prin oxidare, folosind procedeul uscat și anume, un cuptor tunel încălzit prin convecție la o temperatură de circa 800°C, experimentat în ultima vreme, cu rezultate bune, în mai multe țări între care U.R.S.S. și Republica Democrată Germană. Verificarea și punerea la punct a acestui ultim procedeu la noi în țară ar trebui să constituie o preocupare de prim ordin pe linie de cercetare tehnică și ar aduce, cu siguranță, economii importante.

Pentru operația de împachetare a miezului statoric se folosește în mod exclusiv gruparea tolelor prin cîntărire și așezarea pe suprafața interioară, cu pene de împachetare fixe pe dorn. În timp ce multe fabrici utilizează încă prese hidraulice normale și anume prese cu o singură coloană care permit o deservire mai ușoară, prezintă un interes deosebit folosirea mașinilor speciale de împachetare, care au o productivitate de cîteva ori mai mare. Este vorba de niște mașini cu o platformă orizontală, avînd la mijloc dornul de împachetare prevăzut cu pene. Dornul este acționat direct de tija pistonului hidraulic sau pneumatic, cilindrul fiind situat dedesubtul platformei. Presarea pachetului de tole se face de sus în jos, cu ajutorul unei flanșe ținută de o piuliță cu strîngerea rapidă. Solidarizarea pachetului se face cu ajutorul obișnuitelor scoabe, care nu se sudează ci se fixează doar prin strîngere. Această strîngere se face cu ajutorul a 6 sau 8 capete de presare așezate radial în jurul dornului pe masa mașinii și a căror acțiune de presare este sincronizată cu presarea pachetului de tole. Extragerea dornului se face imediat în continuare prin coborîrea dornului acționat hidraulic sau pneumatic. Întreaga operație de presare, solidarizare a pachetului de tole și de extragere a dornului nu durează decît 1—2 minute.

Stanțarea corectă elimină necesitatea atît a debavurării tolelor cît și a ajustării ulterioare a pachetului de tole. Este totuși necesar un control riguros al pachetelor de tole, cu ocazia căruia eventualele nepotriviri minime datorite unor cauze accidentale, sînt îndepărtate prin pilire.

4. Bobinajul

Lucrările de bobinaj reprezintă 20—30% din volumul total de manoperă prestat pentru executarea unui motor în scurtcircuit de mărimea celor de care ne ocupăm. Ponderea acestor lucrări este deci deosebit de însemnată, lucru care se explică și prin nivelul relativ redus de mecanizare al acestora.

O caracteristică esențială a construcțiilor moderne constă în eliminarea completă a bumbacului ca material izolant și înlocuirea lui cu emailuri anorganice pe bază de poli-acetat de vinil, polivinil formal sau de superpoliamide. Toate aceste emailuri admit temperaturi de funcționare mai ridicate și concomitent, ceea ce este deosebit de important din punct de vedere tehnologic, prezintă caracteristici mecanice și de aderență ale peliculei izolante mult superioare emailului organic.

Se poate afirma că numai prin înlocuirea bumbacului și emailului organic cu emailuri anorganice, productivitatea lucrărilor de bobinare crește în mod considerabil, atît prin micșorarea întoarcerilor de la încercările de control cît și prin mărirea vitezei de lucru la introducerea conductoarelor în crestătură. De aceea problema fabricării în țară a conductoarelor de tip „viniflex" și a celor izolate cu izoperlon se cere a fi rezolvată fără întîrziere printr-un efort corespunzător al industriei noastre chimice.

În ce privește confecționarea bobinelor este generalizată folosirea mașinilor de bobinat cu șabloane multiple, etajate, pe care înfășurarea se face cu o turație de 400—500 rot/min. Folosirea șabloanelor multiple, mergînd pînă la 24 de secții, evită la maximum erorile de conexiuni și reduce manopera necesară executării acestora. Mașinile sînt prevăzute cu numărătoare de ture. Operația se poate semiautomatiza prin folosirea unor mașini specializate, la care trecerea de la un etaj la altul se face automat, după înfășurarea numărului de spire necesar pentru etajul anterior.

În ce privește bobinarea propriu-zisă, trebuie insistat din nou asupra avantajelor pe care le prezintă bobinarea fără carcasă, atît din punctul de vedere al micșorării greutății și volumului piesei de bobinat cît și pentru acuratețea lucrărilor. În aceeași măsură se simplifică problema transportului mecanizat de la împachetare la locul unde se execută izolarea crestăturilor și apoi bobinarea.

În producția de serie mare executarea pe bandă a lucrărilor de bobinaj bazată pe divizarea operațiilor a înlocuit aproape complet

execuția concentrată bazată pe cele trei operații clasice : izolarea miezului, introducerea secțiilor în crestături, executarea conexiunilor.

Cu toate că prin amenajarea unor mijloace mecanizate de transport între locurile de lucru (benzi rulante, conveiere) ritmul execuției poate fi considerabil sporit, prin evitarea la maxim a timpilor morți, folosirea benzii de lucru bazată pe divizarea operațiilor astfel încît durata unei operații să nu depășească 1—1,5 minute, trebuie să conducă neapărat la un randament superior. În orice caz folosirea benzilor cu operații divizate trebuie să determine o creștere a productivității de 2—3 ori.

Se pot folosi două tipuri de benzi și anume :

— *Banda transportoare*, de-a lungul căreia locurile de lucru sînt așezate transversal pe bandă, fiind compuse din măsuțe potrivite. Banda servește numai ca mijloc de transport de la un loc de lucru la altul și are un mers continuu. Ritmul de executare a operației este în oarecare măsură la discreția muncitorului care nu este ținut să respecte momentul în care trebuie să termine operația și să așeze din nou miezul pe bandă.

— *Banda de lucru*, cu mers sacadat. Locurile de lucru sînt așezate de-a lungul ei. Operația se execută chiar pe bandă, lucrătorul fiind așezat cu fața la bandă pe un scaun corespunzător. La capul banzii un ceas mare vizibil de la toate locurile de lucru, execută o tură complectă a arătătorului pe durata stabilită a operației. După scurgerea tactului prescris, banda execută o deplasare corespunzătoare astfel că în fața fiecărui loc de lucru apare o nouă piesă, piesa cu operația efectuată ajungînd la locul de lucru următor.

Desigur că acest al doilea sistem de bandă asigură o respectare riguroasă a ritmului, necesitînd însă un studiu tehnologic mai aprofundat.

Numărul locurilor de lucru al unei benzi, deci al operațiilor în care este divizată lucrarea, poate varia între 10 și 20 .O divizare simplă ar fi următoarea :

postul 1 : introducerea izolației
posturile 2, 3, 4 : introducerea secțiilor în crestături
postul 5 : izolarea între faze
postul 6 : control vizual, verificarea gabaritului, străpungeri
postul 7 : conexiuni
posturile 8, 9 : izolarea conexiunilor legătura la borne, verificarea gabaritului
postul 10 : control vizual, măsurarea rezistențelor pe faze, încercarea cu rotor fals, eventual încercarea la scurt-circuit între spire cu frecvență ridicată.

Productivitatea unei astfel de benzi trebuie să fie de ordinul a 100 la 150 statoare pe opt ore. În cazul în care banda este prevăzută cu locuri de lucru pe ambele părți, productivitatea va fi desigur dublă. Lungimea benzii trebuie dimensionată pentru motoarele cele mai complicate din punctul de vedere al bobinajului care se fabrică, urmînd ca atunci cînd sînt programate motoare mai simple, să se lucreze cu un număr mai redus de locuri de lucru.

Și acesta este unul din motivele pentru care se recomandă ca pe lîngă bandă să fie prevăzute și un număr oarecare de locuri de lucru pentru bobinaj, staționare, amenajate cu masă individuală, scaun, etajere pentru secții și scule etc. Aceste locuri de lucru servesc și pentru lucrătoarele în curs de calificare sau pentru executarea seriilor mici.

Pentru fabrica noastră Electroprecizia, care folosește în prezent metoda staționară, trecerea la lucrul pe bandă cu operații divizate este o problemă care trebuie rezolvată printr-o stăruitoare muncă de pregătire. Se recomandă ca trecerea să se facă treptat, mărind din ce în ce mai mult numărul de operații. Construcția benzii trebuie astfel gîndită încît să permită trecerea ulterioară de la banda cu mers continuu, la banda cu mers sacadat.

Executarea pe bandă a lucrărilor de bobinare impune o alegere foarte atentă a coeficientului de umplere a crestăturii. Într-adevăr, practica unor uzine străine a dovedit că la folosirea unor coeficienți de umplere mai mari de 0,65—0,70 procentul de returnări de la platformă crește în așa măsură, încît practic lucrul pe bandă nu mai este posibil. Este de reținut, deci, că bobinarea pe bandă impune coeficienți de umplere foarte scăzuți (sub 0,65) în timp ce la bobinarea staționară se pot admite coeficienți de umplere de ordinul 0,70—0,75. În orice caz, folosirea coeficienților mari de umplere uzuali în construcțiile noastre actuale, coeficienți care ating și depășesc 0,80 este nerațională și trebuie corectată. În legătură cu această problemă se impune efectuarea unor studii mai amănunțite.

Problema mecanizării operațiilor de bobinare a statoarelor este la ordinea zilei, fără să se fi ajuns pînă acum, cel puțin în Europa, la o soluționare definitivă. Firma elvețiană MICAFIL a construit recent o mașină semiautomată de bobinaj de tip suveică (fig. 6, a) a cărei funcționare se bazează pe o cinematică destul de complicată. În timpul bobinării statorul este fixat în centrul platoului *P*. Introducerea conductorului în crestături se face prin mișcarea combinată de coasere a pîrghiilor din fața și spatele platoului în sensul indicat de săgețile *1,2* și *3*. Pentru înfășurarea fiecărei secții este nevoie de montarea manuală a unor șabloane care formează capetele de bobină, iar de la secție la secție platoul *P* se rotește manual. Pentru un stator din gabaritul 3 avînd diametrul exterior al tolei de 145 mm și 24 de crestături, cu un bobinaj tetrapolar cu 57 de spire pe secție și 0,63 mm diametrul conductorului, timpul efectiv de bobinare pe această mașină este de 20'. La fiecare secție corespunde un timp manual de 30''. Dat fiind

timpul relativ redus pentru reglaj, mașina se pretează să fie folosită și în producția de serie. Mașina este construită pentru gabarite mergînd pînă la 300 mm diametru exterior.

În unele țări prietene sînt avansate lucrările de elaborare a unor mașini complet automate. Astfel o mașină bazată pe un principiu analog

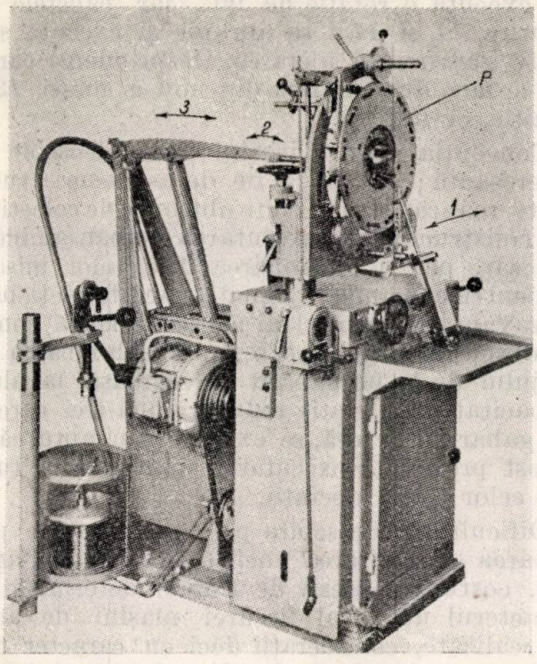


Fig. 6, a. Mașina de bobinat statoare MICAFIL :
P – platou pentru fixarea statorului; *1, 2, 3*, – direcțiile mișcării brațelor care ghidează conductorul.

însă funcționînd simultan cu trei conductoare și avînd automatizată trecerea de la o secție la alta, va reduce timpul de lucru pe un stator la circa 8'. O altă linie constructivă a acestor mașini urmărește reproducerea automată a bobinării manuale, constînd din executarea în exterior a secției și transpunerea mecanică a secției în crestătură.

Toate aceste mașini de bobinat pun condiții extrem de severe caracteristicilor mecanice ale izolației de crestătură. O condiție dificilă este și aceea a evitării tensionării și, deci, alungirii excesive a conductorului, mai ales în cazul înfășurării din aluminiu.

La capătul benzii de bobinaj, un conveier aerian, cu cîrlige, preia miezurile bobinate pentru a le conduce la impregnare. Mecanizarea completă a impregnării este posibilă în cazul în care problema deshidratării în vid nu se pune. Aceasta este fără discuție cazul la bobinaje care folosesc ca izolant emailuri anorganice. În cazul în care se folosește însă bumbacul nu se poate recomanda renunțarea la tratamentul cu vacuum. Iată încă unul din avantajele prețioase ale folosirii izolanților moderni.

Instalația de impregnare mecanizată este destul de simplă. Conveierul care trece din hala de bobinaj în încăperea de impregnare printr-o deschidere corespunzătoare în peretele comun conduce statoarele într-un cuptor tunel de uscare, le coboară apoi cu ajutorul căii de rulare în pantă în rezervorul cu lac, le ridică și le introduce, după ce pe o anumită porțiune a căii s-a terminat scurgerea lacului, în cuptorul tunel de uscare finală. Printr-o amenajare corespunzătoare a căii de rulare se poate realiza o dublă impregnare, care este totdeauna de dorit. Este discutabilă renunțarea la deshidratarea prealabilă pe care o practică unele fabrici. Această simplificare, posibilă fără îndoială în cazul folosirii unor izolații în crestătură perfect nehigroscopice, permite transformarea ușoară a unei instalații de impregnare clasice în instalație mecanizată. În prima etapă a acestei transformări se execută numai conveierul și baia de impregnare iar uscarea continuă să se execute în cuptoarele obișnuite.

5. Carcasa și scuturile

Prelucrarea carcasei și a scuturilor concentrează cel mai important volum de operații de așchiere și totodată prezintă exigențe ridicate din punctul de vedere al preciziei de prelucrare. Avantajul esențial al motoarelor din silumin constă tocmai în reducerea considerabilă a prelucrărilor de la acest capitol.

Pentru producția de serie mai pot fi luate în considerare, la prelucrarea carcaselor din fontă, următoarele patru variante :

a) prelucrarea pe mașini universale semiautomate, aranjate în linii ;

b) prelucrarea pe mașini — agregat ;

c) prelucrarea pe linii automate ;

d) prelucrarea pe mașini specializate semiautomate aranjate în linii.

În prima variantă prelucrările principale se execută pe strunguri revolver cu turelă cu ax vertical, folosind gama de operații clasică în două sau trei operații. Prinderea se face cu dispozitive acționate pneumatic iar prelucrarea cu scule speciale armate cu metal dur fixate în turelă. Pentru fiecare operație e prevăzută cîte o mașină și cîte o linie de mașini pentru două—trei gabarite. Strungurile revolver sînt prevăzute cu comenzi automate de avans, retragere și rotire a turelei cum și de oprire a mașinii după terminarea ciclului. Fixarea ușoară cu ajutorul aerului comprimat și funcționarea semiautomată a mașinilor permite deservirea simultană a mai multor mașini, de cîte un singur om. Prelucrarea tălpii se face pe o freză orizontală robustă, prevăzută cu cap de frezat cu multe cuțite, carcasa fiind așezată cu axa verticală. O productivitate mare se poate obține și folosind mașini de șlefuit cu piatra de diametru mare compusă din segmenți. Pentru găuriri și filetări se folosesc mașini de găurit multi-axe sau mașini de găurit cu coloană

aşezate una lîngă alta, în linii. Timpul total de prelucrare a unei carcase este, în cazul aplicării acestei tehnologii, de circa 25—30 ominute, tactul de producţie fiind de ordinul 5 la 8'. Următoarele două variante realizează o automatizare aproape completă a prelucrării carcasei.

Una din căi este aceea a construirii unor maşini-agregat speciale, combinînd într-o sin-

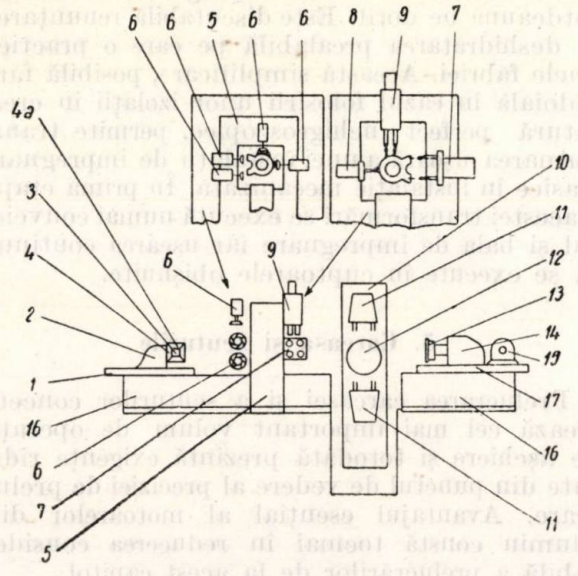


Fig. 7. Maşina agregat pentru prelucrat carcase realizată de colectivul ing. Deak şi Hossu.

gură unitate toate uneltele necesare prelucrării complete cum şi dispozitivele de prindere şi conducere corespunzătoare. Un exemplu tipic îl reprezintă „combina" de carcase construită de un colectiv la fabrica „Electromotor" Timişoara (fig. 7). Funcţionarea maşinii este următoarea:

Carcasa se fixează pe dornul *3*, prin apropierea conurilor de centrare *4*, acţionate hidraulic. O dată prinderea terminată, sania *1* avansează rapid, aducînd carcasa în dreptul portalului *5* pe care se execută, cu ajutorul suporţilor *6* *prima operaţie* şi anume frezarea simultană a tălpilor, locaşului cutiei de borne şi a locaşului pentru inelul de ridicare. Mişcarea de avans se realizează prin înaintarea înceată a saniei *1* comandată hidraulic. După terminarea frezării sania *1* este împinsă mai departe cu mers rapid, pînă cînd carcasa ajunge în dreptul unităţilor de găurire *7*, *8* şi *9* care execută în *operaţia a doua* găurirea şi apoi filetarea găurilor din talpă cu suportul *7*, a găurilor pentru inelul de ridicare cu suportul *8* şi a găurilor de la cutia de borne cu suportul *9*. În continuare sania *1* avansează pînă ce carcasa se opreşte în dreptul mesei rotative *12*. Urmează o schimbare a bazei de prindere: masa rotativă *12* preia carcasa care se aşază pe talpa ei, centrată cu ajutorul celor patru găuri date anterior. Dispozitivul *2* se desface prin bascularea conului de centrare din dreapta şi sania *1* revine în poziţia iniţială. *Operaţia a treia* realizează strunjirea interioară a carcasei cu ajutorul alezorului *13*, prin deplasarea spre stînga a saniei *17*. *Ultima operaţie, a patra*, constă în găurirea găurilor pentru fixarea scuturilor. În acest scop, după retragerea alezorului *13*, masa rotativă *12* execută o rotaţie de 90°, iar capetele de găurire *11* şi *11-a* se apropie şi execută succesiv găurirea şi filetarea. Desprinderea carcasei se face după rotirea din nou a mesei *12* în poziţia ei iniţială.

Concepţia acestei maşini este deosebit de interesantă; merită să fie de asemenea subliniate realizările deosebite obţinute de colectivul de constructori în executarea subansamblelor necesare pentru acţionarea diferitelor mişcări şi pentru comanda automată a acestor acţionări. Dezavantajul esenţial al acestei maşini constă în dificultatea pe care o pune schimbarea reglajului de la un gabarit de carcasă la altul. Capacitatea ei relativ redusă, două-trei carcase de gabarit 7 pe oră, se explică prin faptul că nu a fost prevăzută executarea simultană a tuturor celor patru operaţii.

Dificultăţile deosebite pe care le pune proiectarea şi realizarea unei astfel de maşini-agregat, costul ei excesiv de ridicat determinat de caracterul unical al ficcărei maşini de acest fel realizate, consideraţii deci cu caracter tehnico-economic, au condus la adoptarea în vederea automatizării prelucrărilor mecanice la piese complexe, a unei soluţii principial diferite şi anume la adoptarea liniilor automate.

Deja de multă vreme a fost pusă la punct într-o serie de uzine producătoare de maşini-unelte fabricarea unei game destul de largi de maşini mono-operaţii, denumite „unitaţi" sau „capete de forţă" de găurire şi frezare, special destinate pentru a forma elementele celor mai variate linii automate de prelucrare. Unind printr-o bandă transportoare un număr oarecare de astfel de unităţi tipizate, prevăzute fiecare cu dispozitive speciale de prelucrare şi comandînd automat deplasarea sacadată a benzii sincron cu intrarea în acţiune a unităţilor de prelucrare, se obţine o linie automată pe care se prelucrează simultan, dar la operaţii diferite, atîtea piese cîte locuri de lucru comportă linia. Folosirea unor unităţi tipizate reduce considerabil costul utilajului respectiv ca şi termenul de realizare a unei astfel de linii. Munca de concepţie pentru proiectarea ei este simplă, rezumîndu-se la proiectarea succesiunii operaţiilor şi a dispozitivelor specifice necesare. Transformarea liniei pentru a prelucra o altă piesă, chiar complet diferită este posibilă fără dificultăţi. Mai multe linii automate de prelucrare a carcaselor se găsesc în funcţiune în fabrici de motoare electrice din U.R.S.S. şi din R.P.Polonă.

În fig. 8 este schițată o linie automată pentru carcase realizabilă cu unități de prelucrare fabricate în mod curent de industria de mașini-

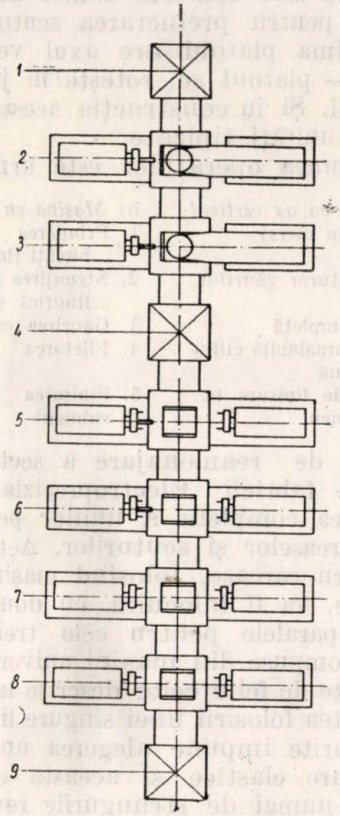


Fig. 8. Linie automată pentru prelucrarea carcaselor de gabarit 3–7 (compusă din unități fabricate în R.D.G.).

unelte a Republicii Democrate Germane. Succesiunea operațiilor este următoarea :

1. Prinderea pe tălpile prelucrate anterior

Stînga	*Vertical*
2. Găurire : găuri trecere cabluri cutia de borne	Găurire și lamare gaura pentru cîrlig de ridicare
3. Filetări la cutia de borne	Filetare gaura pentru cîrlig
4. Rotirea carcasei cu 90°	
Stînga	*Dreapta*
5. Eboșare interior și prag	Găurire găuri fixare scut
6. Finisare interior și prag	Filetare găuri fixare scut
7. Găurire găuri fixare scut	Eboșare prag
8. Filetare găuri fixare scut	Finisare prag
9. Desprindere	

Linia e compusă din 12 unități de găurire de două tipuri. Tactul unei astfel de linii este de ordinul 2–4'. Dat fiind ca ea este deservită de un singur om, productivitatea ei raportată la minute-om este de circa 10 ori mai mare decît în primul caz.

Avînd în vedere că linia automată presupune executarea prealabilă a prelucrării tălpilor (față dreaptă și găuri), pentru aceste operații trebuie să se prevadă o mașină specializată, compusă tot din unități tipizate, a cărei funcționare rezultă din fig. 9. Succesiunea operațiilor este următoarea :

1) prindere (se execută în același timp cu prelucrarea);
2) găurirea găurilor de fixare din tălpi;
3) frezarea tălpilor.

Este interesant de analizat eficacitatea economică a unei astfel de linii comparativ cu prima variantă, aceea a folosirii mașinilor universale specializate. Pornind de la cifrele de productivitate indicate mai sus și apreciind volumul investiției la ceva mai puțin decît de trei ori

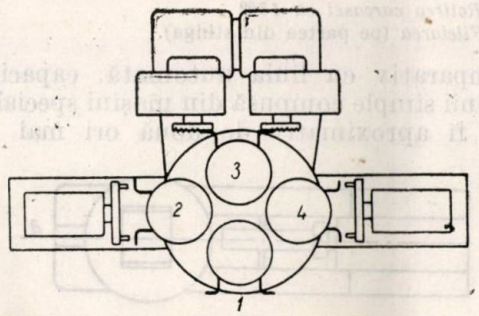


Fig. 9. Mașină specială pentru prelucrarea tălpilor carcasei (realizată din unități fabricate în R.D.G.).

în ultimul caz față de primul, rezultă că linia automată devine economică la un volum de fabricație realizat, pînă la amortizarea ei de circa 300 000 buc. Socotind perioada de amortizare la 5 ani, ceea ce pare destul de puțin, producția anuală minimă economică este de ordinul a 60 000 buc. carcase de același gabarit.

Folosirea aceleiași linii automate pentru două sau trei gabarite, deși realizabilă, poate duce la dificultăți mari de exploatare.

Ultima varinată reprezintă o soluție intermediară între variantele a și c. Există numeroase posibilități de a rezolva prelucrarea carcasei prin mașini specializate care depind în principal de posibilitățile de procurare a unor astfel de mașini. În cele ce urmează se dă ca exemplu o schemă de prelucrare bazată pe mașini specializate construite tot folosind unități tipizate fabricate de industria R.D.G.

Operația 1. *Prelucrarea tălpilor ca la varianta c.*

Operația 2. *Strunjirea interioară pe mașina din fig.* 10-*a* în următoarele faze :

2.1 *Prinderea pe talpa prelucrată anterior*
2.2. *Eboșarea interiorului și strunjirea pragului întîi*
2.3. *Rotirea mesei cu 180°*
2.4. *Finisarea interiorului și strunjirea pragului al doilea*

Prelucrarea interiorului și a pragurilor se face cu scule speciale de tip alezor armate cu metal dur.

Operaţia 3. *Găurirea şi filetarea găurilor de fixare a scuturilor pe maşina din* fig. 10, *b* cu următoarele faze :

3.1. *Prinderea pe talpă*
3.2. *Găurirea pe faţa din dreapta*
3.3. *Rotirea carcasei cu 180°*
3.4. *Găurirea pe faţa din stînga*
Filetarea pe faţa din stînga
3.5. *Rotirea carcasei cu 180°*
3.6. *Filetarea pe faţa din stînga*

Operaţia 4. *Găurirea şi filetarea găurilor la casa de borne pe o maşină analogă celei din* fig. 10, *b* cu următoarele faze :

4.1. *Prinderea pe talpă*
4.2. *Găurirea* (pe partea din dreapta)
4.3. *Rotirea carcasei cu 180°*
4.4. *Filetarea* (pe partea din stînga).

Comparativ cu linia automată, capacitatea unei linii simple compusă din maşini specializate poate fi aproximativ de două ori mai mică

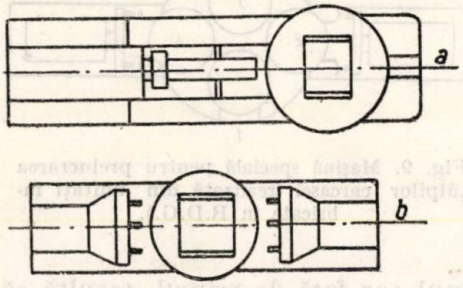


Fig. 10. Maşini specializate de prelucrat carcase : *a* – maşină de strunjit interior ; *b* – maşină multiplă de găurit.

iar productivitatea ei raportată la minute-om de 5–6 ori mai mică. Dată fiind însă diferenţa de valoare a utilajului, această variantă poate fi considerată cea mai economică la o producţie de 20–80 000 buc carcase de acelaşi gabarit pe an.

Pentru prelucrarea scuturilor şi a căpăcelelor, piese care comportă o singură operaţie de strunjire, urmată de găurirea şi filetarea mai multor găuri se pot folosi de asemenea variantele analizate anterior :

a) maşini universale semiautomate ;
b) maşini specializate,

bineînţeles aşezate în linii şi prezentîndu-se pe cît posibil linii diferite pentru fiecare gabarit.

În primul caz prelucrarea începe pe strunguri semiautomate cu turelă revolver, urmînd găurirea pe maşini multiaxe sau pe maşini simple aşezate în linie, una lîngă alta şi legate printr-o cale de glisare comună pentru dispozitivul de prindere .

Pentru producţia de masă se folosesc maşini semiautomate cu mai multe axe în care prelucrarea se execută simultan asupra unui număr de 2–8 piese. La toate aceste maşini piesa se prinde pe un platou care se roteşte în tactul prevăzut astfel încît piesa este condusă succesiv în faţa axelor care execută prelucrarea. Prinderea se face folosind aerul comprimat şi decurge simultan cu prelucrările, deci fără timpi morţi.

În fig. 11 sînt schiţate sumar două tipuri de maşini pentru prelucrarea scuturilor, din care la prima platoul are axul vertical iar la a doua — platoul se roteşte în jurul unui ax orizontal. Şi în construcţia acestor maşini se folosesc unităţi tipizate.

Succesiunea operaţiilor este următoarea :

a) *Maşina cu ax vertical*	b) *Maşina cu ax orizontal*
1. Prinderea (în mers)	1. Prinderea cîte două bucăţi (în mers)
2. Găurirea tuturor găurilor	2. Strunjirea prealabilă cilindrică şi plană
3. Filetarea completă	3. Găurirea completă
4. Strunjirea prealabilă cilindrică şi plană	4. Filetarea
5. Strunjirea de finisare la prag şi rulment	5. Finisarea la prag şi rulment

Proiectul de reamenajare a sectorului de motoare al fabricii Electroprecizia prevede reamenajarea completă a liniilor pentru prelucrarea carcaselor şi scuturilor. Actuala linie unică pentru carcase, folosind maşini universale greoaie, va fi înlocuită cu două linii de prelucrare paralele pentru cele trei gabarite fabricate, compuse din maşini universale semiautomatizate de felul celor descrise la varianta a. Necesitatea folosirii unei singure linii pentru cîteva gabarite impune alegerea unor maşini de prelucrare elastice şi această condiţie e îndeplinită numai de strungurile revolver. În schimb a doua linie, prevăzută să prelucreze numai carcase de un singur gabarit într-un volum de 30–40 000 buc pe an ar trebui neapărat să fie realizată din maşini specializate de felul celor analizate la varianta d. Avantajele economice şi de productivitate rezultă din datele indicate mai sus. Folosirea acestor

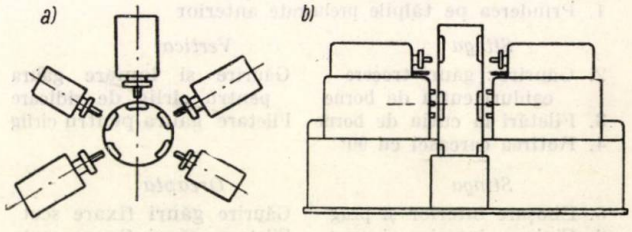


Fig. 11. Maşini specializate pentru prelucrarea scuturilor : *a* – cu ax vertical ; *b* – cu ax orizontal.

maşini specializate va crea şi condiţii de studiu şi experimentare în vederea trecerii în următorii 4–5 ani la prelucrarea carcasei pe o linie automată.

6. Rotorul

Realizarea axelor motoarelor electrice în condiţii de productivitate maximă şi cu respectarea preciziei ridicate care este necesară nu prezintă probleme dificile decît din punctul

de vedere al investițiilor relativ mari necesare pentru achiziționarea utilajului cerut de nivelul tehnicii moderne. Astfel manopera plătită pentru prelucrarea axului, în condiții tehnologice corespunzătoare unei producții de serie nu depășește azi 2% din totalul manoperii, iar în cazul folosirii liniei automate această pondere scade la 0,4%. Pentru prelucrarea axelor pot fi luate în considerare două variante, și anume :

a) folosirea mașinilor specializate așezate în linie ;

b) folosirea liniilor automate.

În proiectarea liniilor de prelucrat axe accentul principal trebuie pus pe economia de mașini și de spații. Dintre numeroasele variante care se pot imagina, cea mai rațională ni se pare cea descrisă în cele ce urmează :

Operația 1. *Tăierea barelor la lungime pe un ferăstrău circular.* Această mașină se pretează fără mari dificultăți la automatizare completă prin introducerea unui dispozitiv de avans pneumatic al barei și prin sincronizarea comenzilor pînzei cu acelea ale strîngerii hidraulice.

Operația 2. *Frezarea capetelor axului și prelucrarea găurilor de centrare.* Se execută pe mașini speciale de centrare care acționează simultan pe ambele capete ale axului, fiecare păpușe fiind prevăzută cu un ax de frezare și unul de găurire.

Operația 3. *Strunjirea între vîrfuri.* Se execută pe mașini de strunjit prin copiere după șablon în două prinderi. Sînt necesare, de obicei, două mașini care execută fiecare prelucrare pe una din părțile axului. Prelucrarea se face lăsînd un adaos pentru rectificare de circa 0,3 mm.

Operația 4. *Executarea randalinării.* Se execută pe un strung obișnuit prin rolare cu role cilindrice sau mai bine pe mașini speciale, prin procedeul de rolare cu bacuri tangențiale, similar celui folosit la rolarea filetelor.

Operația 5. *Șlefuire.* Pentru executarea finisării axului s-a generalizat aproape folosirea mașinilor de șlefuit fără centre (centerless) folosind procedeul de șlefuire fără centre, cu avans transversal. Rectificarea se execută simultan asupra mai multor diametre, fără avans longitudinal, deci similar cu șlefuirea cilindrică exterioară prin pătrundere, folosind pietre de rectificat în trepte (fig. 12).

Operația se desfășoară în felul următor : discul de conducere se depărtează la început de pietrele de rectificat, iar axul se așază pe rigla de ghidare, pînă la opritorul care servește și ca împingător. După aceea, cu ajutorul unei manete (sau automat) discul conducător se apropie de discul de rectificat pînă la contactul reciproc cu piesa. Mișcarea ulterioară a discului conducător reprezintă avansul transversal și durează pînă la oprirea la limitatorul de cursă. Apoi discul conducător este tras înapoi, iar piesa este împinsă afară de împingător. Axa discului conducător se așază paralel cu axa discului de rectificat. Lățimea discului de rectificat trebuie să fie cu ceva mai mare decît lățimea suprafeței de rectificat. Productivitatea acestui procedeu este de cîteva ori mai mare decît aceea a rectificării între vîrfuri. Rectificarea fără vîrfuri asigură de asemenea o precizie mai mare în menținerea

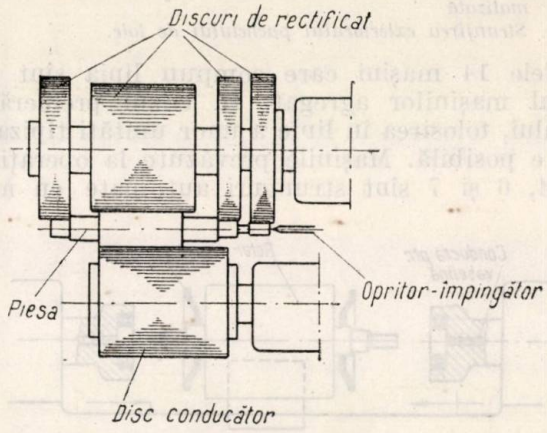


Fig. 12. Rectificarea axelor pe mașina centerless.

diametrelor pentru care se reglează și o netezime mai pronunțată a suprafeței prelucrate decît la rectificarea între vîrfuri. Aceasta se explică prin eliminarea folosirii ca bază a găurilor de centrare și a erorilor specifice prelucrării între vîrfuri.

Mașinile de rectificat fără centre pot fi automatizate relativ ușor prin montarea unui buncăr și prin automatizarea mișcărilor discului conducător și a împingătorului.

Operația de șlefuire este, de obicei, divizată în două, executîndu-se pe mașini diferite : în primul rînd o prelucrare de degrosare ca în fig. 12 și în al doilea rînd finisarea treptelor de așezare a rulmenților pentru care se prescriu toleranțe din clasa a doua de precizie.

Între aceste operații de șlefuire se intercalează operația de frezare a canalului de pană, executată de o freză orizontală.

Capacitatea unei astfel de linii este de ordinul 20—30 buc pe oră. Folosirea aceleiași linii pentru axe de diferite gabarite este posibilă fără dificultate.

Liniile automate pentru prelucrarea axelor sînt cunoscute deja de mai multă vreme din literatura de specialitate sovietică [2]. Mai multe astfel de linii funcționează în uzinele sovietice de specialitate, ca una din dovezile înaltului nivel atins de tehnologia fabricației mașinilor electrice în U.R.S.S. Redăm mai jos succesiunea operațiilor pe una din aceste linii (realizată de institutul ENIMS).

Operația :

1. *Frezarea fețelor pe ambele părți*
2. *Găurirea de centrare pe ambele părți*
3. *Eboșarea prin strunjire între vîrfuri, pe o parte*
4. *Eboșarea pe cealaltă parte*

5. *Rectificarea găurilor de centrare*
6. *Finisarea pe o parte*
7. *Finisarea pe cealaltă parte*
8. *Controlul dimensiunilor pe un agregat special de verificare*
9. *Frezarea nutului de pană*
10. *Randalinarea* (prin procedeul tangențial)
11. *Șlefuirea completă* (prin procedeul fără vîrfuri)
12. *Controlul dimensiunilor*
13. *Presarea axului în rotor pe o presă hidraulică automatizată*
14. *Strunjirea exteriorului pachetului de tole.*

Cele 14 mașini care compun linia sînt de tipul mașinilor agregat. În cazul prelucrării axului, folosirea în linie a unor unități tipizate nu e posibilă. Mașinile prevăzute la operațiile 3, 4, 6 și 7 sînt strunguri automate cu mai

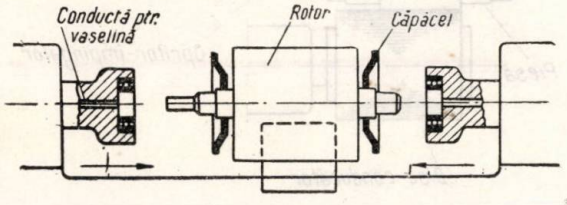


Fig. 13. Presarea rulmenților pe rotor.

multe cuțite. Transportul axelor de la o mașină la alta se face pe un canal de transport așezat în fața mașinilor-unelte, la nivelul de lucru. Linia este construită pentru prelucrarea axelor la trei gabarite (3, 4 și 5) iar revizia și reglajul liniei pentru trecerea de la un gabarit la altul durează circa trei schimburi. Capacitatea acestei linii este de circa 50 de axe pe oră iar productivitatea ei raportată la om-minute de cel puțin 10 ori mai mare decît la prima variantă descrisă.

Ținînd seama de nivelul relativ ridicat al investițiilor cerut de o astfel de linie automată, ea se justifică economic pentru o producție de cel puțin 100 000 bucăți axe pe an. În acest caz ea ar fi încărcată într-un schimb complet. Adoptarea unui proces tehnologic simplificat și anume acela descris în cadrul primei variante, ar putea reduce numărul mașinilor-unelte din linie la 7 mașini față de 12 reducînd în mod corespunzător investițiile și durata de reglaj de la un gabarit la altul.

După cum rezultă din descrierea liniei automate de mai sus, operația de presare a axului în miezul rotoric și prelucrarea finală a pachetului de tole se execută tot în linie. În cazul folosirii mașinilor-unelte așezate în linie sau în cazul folosirii unei linii automate pe care se execută exclusiv prelucrarea axului, ultimile două operații se execută pe locuri de lucru separate, așezate fie în continuarea liniei axului, fie paralel cu linia de montaj.

Dat fiind că axul a fost prelucrat complet înainte de montare, una din condițiile care trebuie neapărat respectată este evitarea strîmbării axului la presarea lui în pachetul de tole. Întrucît prin folosirea presării hidraulice respectarea acestei condiții este nesigură, este preferabil să se procedeze la încălzirea pachetului de tole într-un cuptor electric la o temperatură de 300—350°C.

Prelucrarea pachetului de tole se face prin strunjire (operație mai productivă decît șlefuirea) folosind un strung amenajat în mod special. Pentru a asigura o perfectă concentricitate între rotor și locașul de așezare a rulmenților se renunță la folosirea bazei tehnologice pe care o constituie găurile de centrare și se face prinderea pe bazele constructive principale și anume chiar pe locașurile de așezare ale rulmenților, cu ajutorul unor dispozitive de prindere (mandrine) potrivite, fixate în păpușa fixă și în cea mobilă, ale strungului respectiv. Pentru micșorarea timpului de prindere, deplasarea longitudinală a axului păpușii mobile este acționată hidraulic.

Prelucrarea rotorului este urmată de un control dimensional al cotelor de montaj, efectuat cu ajutorul unui agregat de control și apoi de operația de echilibrare dinamică. Folosirea pentru această din urmă operație a mașinilor de echilibrare dinamică electronice, reduce considerabil timpul necesar pentru executarea ei. Pentru a elimina complet timpii morți, mașina de echilibrat este prevăzută cu două mașini de găurit montate pe batiul mașinii și așezate în dreptul planurilor de echilibrare. În felul acesta determinarea dezechilibrului în mărime și poziție, echilibrarea propriu-zisă prin găurire și verificarea echilibrării, se efectuează în continuare, fără a deplasa rotorul de pe mașina de echilibrat.

Locurile de lucru pentru introducerea rotorului pe ax, prelucrarea pachetului de tole, verificarea dimensională și echilibrarea se așază în linie dreaptă sau în cerc, ultima variantă realizînd condiții mai favorabile pentru deservirea simultană a mai multor locuri de lucru.

Ultima operație de montaj efectuată pe rotor constă în introducerea rulmenților. Această operație se poate executa manual; în acest caz rulmenții trebuind să fie încălziți în baie de ulei. O rezolvare ideală a acestei operații se realizează prin folosirea unei mașini speciale de introdus rulmenții pe ax. Această mașină este, de fapt, o presă hidraulică orizontală cu două capete de presare (fig. 13). În fiecare cap este prevăzut un locaș unde se așază rulmenții. Pe rotor se introduc căpăcelele interioare, apoi rotorul se așază pe o prismă între cele două capete de presare. Prin deplasarea axială a celor două capete acționate hidraulic rulmenții se presează pe ax. În continuare, pe aceeași mașină se execută umplerea rulmenților cu vaselină. Vaselina este împinsă pneumatic dintr-un rezervor în capsulele în care se află rulmenții. Cu ajutorul unui rezervor intermediar cu volum reglabil se poate regla canti-

tatea de vaselină introdusă în funcție de dimensiunea rulmenților.

După cum rezultă și din fig. 2, prin reamenajarea fabricației de motoare electrice la fabrica Electroprecizia, se realizează o linie specială de prelucrat axe care va fi dotată pe cît posibil cu utilaj specializat, tinzînd să se reducă la circa 1/3 timpul folosit astăzi pentru realizarea acestei piese. Față de tehnologia actuală va trebui introdusă șlefuirea fără centre și prelucrarea pachetului de tole, luînd ca bază locașurile pentru rulmenți. Operațiile de montaj efectuate pe motor vor fi așezate în continuarea liniei de prelucrat axe. Introducerea axului se va face prin încălzirea pachetului de tole. Pentru echilibrarea rotoarelor se va folosi o mașină de echilibrare electronică de tipul celor concepute și realizate de ing. Dan Teodorescu de la fabrica Electromotor Timișoara.

În ce privește tehnologia fabricării coliviilor rotorice, tehnologia modernă nu diferă cu nimic față de tehnologia practicată în mod curent și la noi în țară și anume folosirea turnării sub presiune. O economie considerabilă de transporturi interne se realizează prin așezarea mașinilor de turnat sub presiune chiar în apropierea liniilor de stanțare, ceea ce, dacă se iau măsuri corespunzătoare de ventilație și de volum de aer, este fără discuție posibil și nu deranjează munca pe locurile de lucru învecinate. Datorită lipsei de spațiu, în proiectul actual întocmit pentru fabrica Electroprecizia această soluție nu a putut fi luată în considerare.

7. Montajul

Începînd de la un volum de producție de ordinul a 200 motoare pe zi în sus, se impune organizarea montajului pe bandă, sistem care asigură pe lîngă o productivitate sporită, o ritmicitate perfectă a producției și o economie maximă de spațiu. Schema de montaj specifică motoarelor electrice asincrone, o schemă liniară care pornește de la subansamblele stator și rotor și nu necesită realizarea în paralel a altor subansamble, conduce la o tehnologie de montaj extrem de simplă, a cărei punere pe bandă nu poate prezenta dificultăți.

La începutul benzii de montaj trebuie așezate acele locuri de lucru, care prin utilajul specific pe care îl necesită, nu se pot încadra în bandă.

Montajul pornind de la carcasă și de la pachetul de tole statoric bobinat și impregnat, prima operație constă în presarea miezului bobinat în carcasă. Această operație se execută de obicei, cu ajutorul unei prese hidraulice potrivite folosind dispozitive care asigură poziția geometrică a pachetului de tole față de carcasă. La folosirea carcaselor cu nervuri interioare în cazul motoarelor deschise este necesară o asigurare a pachetului de tole împotriva rotirii prin introducerea în peretele carcasei a unui știft cu vîrf filetat sau simplu presat. În acest caz este util ca mașina de găurit necesară pentru practicarea găurii să fie montată într-o poziție potrivită chiar pe batiul presei hidraulice, astfel încît să se evite manevre suplimentare.

O simplificare sensibilă a operației de presare a miezului statoric în carcasă ar putea fi realizată prin preîncălzirea carcasei. Astfel prin preîncălzirea carcasei la o supratemperatură de numai 80°C se obține o creștere a diametrului de 0,1 mm pentru un diametru de 100 mm, deci un joc suficient pentru a înlocui presarea cu o simplă introducere a statorului în carcasă folosind dispozitive mecanice sau pneumatice corespunzătoare. Preîncălzirea carcasei poate fi realizată cu ajutorul unui cuptor tunel cu radiații infraroșii de circa 2 m lungime în care carcasa ajunge la 120°C într-un timp de circa 10 minute.

Concentricitatea între interiorul pachetului de tole și pragurile carcasei se realizează prin finisarea ulterioară a acestor praguri, luînd ca bază tocmai interiorul pachetului de tole. Această operație necesită includerea în linia de montaj a unei mașini specializate corespunzătoare. Se poate folosi un strung obișnuit; dispozitivul de prindere constă dintr-un dorn extensibil fixat în consolă în păpușa fixă a strungului. Prelucrarea pragurilor se poate face simultan pe ambele părți folosind un dispozitiv potrivit de prindere a mai multor cuțite.

Operațiile ulterioare de montaj se desfășoară pe bandă, putîndu-se folosi atît simple benzi transportoare cît și benzi cu mișcare sacadată și ritm obligator, asemănătoare cu cele descrise la cap. 4. Esențială este divizarea lucrărilor de montaj în operații sincronizate a căror durată să fie de ordinul a 1 —2 minute. Iată un exemplu de divizare pe operații practicat pe benzile de montaj cu mișcare sacadată ale fabricii de motoare electrice MEZ-MOHELNICE din R. Cehoslovacă.

Operația:

1. *Montarea plăcii de borne*
2. *Executarea conexiunilor la placa de borne.* În timpul acestei operații, muncitorul care deservește mașina de presat rulmenți descrisă la cap. 6, introduce rotorul în stator.
3. *Montarea unui scut*
4. *Montarea celui de-al doilea scut*
5. *Montarea ventilatorului și a capotei*
6. *Control*: încercarea de scurtcircuit și mers în gol; verificarea zgomotului și a vibrațiilor; verificarea jocului axial; străpungere.
7. *Montarea etichetei*
8. *Fixarea cutiei de borne*
9. *Montarea capacului cutiei de borne*
10. *Vopsirea.*

Banda de montaj continuă cu un cuptor tunel pentru uscarea lacului și cu o bandă suplimentară pe care se execută ambalarea.

Capacitatea benzii descrisă mai sus este de circa 300 motoare în opt ore de lucru.

Ținînd seamă de caracteristicile constructive ale motoarelor fabricate, ca și de experiența acumulată în fabrica respectivă, divizarea pe operații poate diferi sensibil de la uzină la uzină. Astfel, în unele cazuri poate fi considerată mai rațională divizarea montajului în două etape, prima terminîndu-se imediat după montarea scuturilor. Urmează încercările de control, după care se efectuează vopsirea și uscarea. Asamblarea continuă apoi cu montarea ventilatorului, a capotei și a accesoriilor exterioare. În fine, la un al doilea punct de control se verifică din nou mașina printr-o probă de mers în gol, controlînd aspectul exterior, zgomotul și trepidațiile.

Indiferent însă de felul în care se face divizarea pe operații, atrag atenția cîteva procedee specifice menite să ușureze considerabil munca de montaj.

Unul din aceste procedee constă în preîncălzirea pieselor, pe care am menționat-o și mai înainte. Unele fabrici au introdus preîncălzirea scuturilor, folosind de asemenea tunele scurte încălzite cu radiații infraroșii. În cazul — de altfel nerecomandabil — al construcției carcasei cu prag exterior, preîncălzirea scuturilor ușurează sensibil îmbucarea scuturilor pe carcasă. E de recomandat, în mod special, preîncălzirea ventilatorului. În general folosind în mod judicios preîncălzirea unora dintre piese, montajul ajustajelor strînse se poate transforma într-o simplă suprapunere de piese ceea ce reduce efortul depus de muncitor și îmbunătățește calitatea producției.

Pentru montarea șuruburilor se utilizează exclusiv mașini electrice de înșurubat, care stau la îndemîna muncitorului la fiecare loc de lucru.

În unele fabrici se practică montajul vertical, care presupune montarea prealabilă a unuia dintre scuturi pe rotor.

O problemă specială este aceea a finisajului exterior. Practica actuală a fabricii noastre de motoare (și a altor fabrici) de a folosi pe tot circuitul de prelucrare și montaj piese nevopsite și de a efectua vopsirea pe motorul complet sau parțial montat, trebuie considerată ca învechită și aceasta din următoarele motive principale :

În primul rînd vopsirea pe motorul montat necesită un spațiu considerabil. Mecanizarea acestei operații prin conveiere și tunele de uscare (pentru motorul montat) este greoaie și costisitoare. Introducînd vopsirea individuală a pieselor înainte de prelucrare se poate folosi procedeul ieftin de vopsire prin cufundare și se reduc gabaritele instalațiilor de transport și uscare.

În al doilea rînd efectuarea vopsirii pe motorul montat nu exclude necesitatea vopsirii unor piese (interiorul scuturilor, căpăcele, interiorul carcasei) înainte de montare. De unde necesitatea unor instalații duble de vopsire, una înainte de montare și alta după.

În al treilea rînd, vopsirea pieselor înainte de prelucrare mărește considerabil acuratețea locurilor de lucru, ceea ce are o importanță deosebită în special la montaj.

Aceste motive justifică pe deplin metoda efectuării operațiilor de finisare înainte de prelucrare, folosind procedeul de vopsire prin cufundare și uscarea în cuptoare tunel încălzite cu radiații infraroșii. Postul de vopsire situat la capătul benzii de montaj rămîne destinat exclusiv pentru efectuarea unei acoperiri finale aplicată cu pistolul de stropit și care acoperă eventuale deteriorări ale vopsirii inițiale, produse pe parcursul prelucrării și montajului. Prevederea unei bote de aspirație, permite amenajarea punctului de vopsire chiar în continuarea benzii de montaj, fără să vicieze aerul respirat de ceilalți muncitori din bandă.

O dată cu reorganizarea producției de motoare electrice la fabrica „Electroprecizia" va trebui integral modificată actuala tehnologie de montaj, prin introducerea montajului pe bandă, urmărind o mărire progresivă a numărului de operații pînă la nivelul preconizat mai sus. O atenție deosebită va trebui acordată problemei vopsirii dat fiind pe de o parte spațiul relativ restrîns de care se dispune, pe de altă parte calității ireproșabile a finisajului care este cerut la volumul relativ mare de produse fabricate pentru export. Se recomandă introducerea vopsirii prealabile a pieselor, care ar urma să se execute într-un loc de lucru separat, în imediata apropiere a magaziei de fontă și efectuarea după montaj și a probei de control a unei vopsiri finale urmată de uscare în cuptor tunel încălzit cu radiații infraroșii.

8. Controlul calității

Realizarea unei producții de motoare electrice în ritmul constant de un motor la 1,5—2 minute, presupune o funcționare perfectă a unui ansamblu complex de verificări calitative efectuate pe întregul parcurs al procesului de fabricație, începînd de la recepția materiei prime, continuînd cu controlul între operații și terminînd cu verificarea produsului finit.

Dat fiind volumul relativ mare de materiale consumat în fabricația motoarelor electrice cum și de influența pe care calitatea acestor materiale o are asupra calității produsului finit, controlul de recepție reprezintă un volum însemnat în muncă și trebuie să fie efectuat cu maximum de rigurozitate. În acest scop laboratorul întreprinderii trebuie să fie dotat cu aparatura necesară. Pe lîngă procedeele de recepție clasice, unele fabrici de mașini electrice s-au preocupat de introducerea unor procedee de verificare

mai rapidă și mai eficientă. Astfel, pentru analiza cantitativă a aluminiului și a aliajelor de turnare sub presiune se folosește polarograful. Pentru verificarea grosimii tablei silicioase (interesează în special uniformitatea de grosime, pentru a preveni eventuale diferențe sistematic orientate în aceeași direcție) se folosesc aparate cu izotopi radioactivi, bazate pe măsurarea comparativă a intensității fasciculelor de raze gama care străbat tola, cu ajutorul contoarelor. Productivitatea acestei metode de măsură este extrem de mare. O problemă dificilă o reprezintă verificarea calității conductoarelor emailate și a lacurilor izolante, fiind cunoscut faptul că în multe cazuri verificarea lor conform normelor uzuale nu este suficient de obiectivă și nu scutește de surprize ulterioare. Tendința actuală este aceea de a completa programul de încercări clasice prevăzut în norme cu o serie de încercări care tind să reproducă mai bine condițiile reale de funcționare. (Ca exemplu se poate da încercarea peliculei de lac la uzura prin frecare sau încercarea conductorului la șoc termic. Printr-o bobină confecționată din conductorul de verificat se trece o anumită densitate de curent provocînd o încălzire peste limite. Se măsoară timpul pînă la producerea scurtcircuitului între spire). O atenție deosebită se dă verificării caracteristicilor mecanice ale materialelor conductoare și izolante.

Probleme deosebit de complexe pune asigurarea controlului intermediar în ritmul rapid al producției. Introducerea mașinilor specializate, automate sau semiautomate, impune adoptarea metodelor statistice de control, ceea ce schimbă radical sistemul de lucru practicat în condițiile fabricației obișnuite de serie. În esență, prin controlul statistic se urmărește nu depistarea pieselor defecte, ci verificarea sistematică a devierilor de la reglajul inițial al mașinii-unelte. Menținînd mașina-unealtă în limite de reglaj bine alese, se previne apariția rebuturilor. Întrucît controlul statistic presupune *măsurarea* dimensiunilor piesei, folosirea calibrelor fixe pierde din importanță. Pentru măsurarea dimensiunilor se folosesc scule de măsură universale de mare precizie, în general micrometre cu cadran care permit o citire ușoară sau comparatoare prevăzute cu suporți potriviți. Pentru piese mai complicate sau pentru piese care datorită importanței lor trebuie verificate bucată cu bucată, se construiesc dispozitive speciale, care măsoară simultan mai multe dimensiuni. Ca exemplu poate fi dat dispozitivul pentru verificat rotoare după prelucrarea pachetului de tole, folosit de fabrica CEM-Lyon. Dispozitivul este prevăzut cu 7 palpatoare din care cinci pentru diferite cote la ax și pachetul de tole și două pentru ovalizări și neaxialitate. Pe dispozitiv, rotorul este învîrtit făcînd o rotație completă. Fiecare palpator indică printr-o culoare rezultatul măsurării alb înseamnă bun; verde — prea mare; roșu — prea mic.

În cazul liniilor automate de prelucrare, operațiile de control pot și trebuie să fie incluse în linie, folosindu-se mașini corespunzătoare. Astfel la prelucrarea carcasei, depistarea ruperii sculelor de găurire sau de filetare se face prin includerea în linie după aceste operații, a unei mașini speciale care efectuează controlul prin introducerea în găuri a unor tampoane. În cazul în care una din găuri nu a fost dată din cauza ruperii burghiului, tamponul este oprit în înaintare, ceea ce declanșează un sistem de semnalizare sau eventual oprirea liniei. La prelucrarea completă a scutului pe o mașină semi-automată cu mai multe axe, se efectuează concomitent cu prelucrarea, în mod automat și controlul dimensional al alezajului pentru rulment și al pragului cu ajutorul unor calibre. De asemenea poate fi automatizat și efectuat chiar în mersul mașinii-unelte controlul dimensional al axului la șlefuirea lui pe o mașină centerless.

Efectuarea încercărilor electrice în ritmul rapid al producției, de cele mai multe ori chiar în bandă, impune construirea unor instalații de încercări cu totul speciale, care trebuie să îmbine simplicitatea manevrării cu posibilitatea unor citiri rapide și sigure.

Pentru a preveni întoarcerile de la platformă datorite întreruperilor sau a strangulărilor în barele coliviei rotorice, determinate de nerespectarea procesului tehnologic de turnare sub presiune, tinde să se generalizeze și va trebui să fie introdusă și la noi în țară folosirea unor metode de verificare a coliviilor rotorice înainte de prelucrare, de exemplu prin măsurarea pierderilor cu ajutorul unor miezuri cilindrice bobinate.

În legătură cu exigențele sporite pe care unii beneficiari, în special constructorii de mașini-unelte, le pun în fața producătorilor de motoare electrice, se dă în ultimul timp o atenție deosebită problemelor legate de mersul fără zgomot și de micșorarea vibrațiilor admisibile ale mașinilor electrice. În legătură cu reducerea zgomotului o metodă eficace constă în verificarea individuală a rulmenților înainte de montaj folosind un sistem piezoelectric sau analog. Micșorarea vibrațiilor este legată de unele elemente constructive cum ar fi micșorarea diametrului rotorului, evitarea ventilatoarelor sudate ș.a. Pentru măsurarea amplitudinii și accelerației vibrațiilor și pentru determinarea lor în funcție de frecvență, se folosesc aparate electronice. Așezarea motoarelor în timpul acestor încercări se face pe o platformă elastică cu resoarte tarate sau, mai simplu, prin suspendarea lor de cîrligul de ridicare.

9. Atelierele auxiliare

Pregătirea şi întreţinerea unei fabricaţii de tipul celor analizate nu poate fi concepută fără asigurarea unei baze proprii foarte solide pe de o parte pentru modernizarea şi întreţinerea utilajelor, pe de altă parte pentru confecţionarea sculelor şi dispozitivelor necesare.

Menţionăm, în primul rînd, necesitatea unui atelier bine utilat pentru reparaţii de maşini-unelte, atelier care serveşte în acelaşi timp

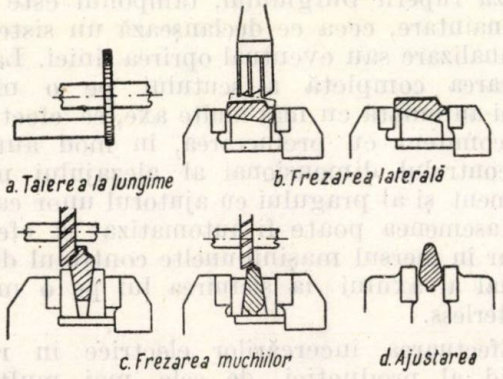


Fig. 14. Procesul tehnologic actual de confecţionare a stanţelor combinate pentru tole.

pentru transformări de maşini-unelte, modernizări şi construcţii de maşini-unelte specializate. În acest sens este utilă experienţa fabricilor de specialitate din U.R.S.S. şi din Republica Cehoslovacă.

O importanţă deosebită o are, în continuare, creşterea considerabilă a capacităţii productive a atelierelor de confecţionat scule şi dispozitive. O dată cu trecerea treptată la o producţie de serie mare se schimbă treptat şi caracterul lucrărilor executate în aceste ateliere. În locul dispozitivelor şi sculelor relativ simple, proiectate pentru operaţii diferenţiate, intervin utilaje complexe de prindere, stanţe combinate, scule de aşchiere cu acţiune multiplă, caracteristice procedeelor tehnologice de serie care se bazează în principal pe concentrarea operaţiilor. Această evoluţie determină o revizuire corespunzătoare a utilajului sculăriilor, în sensul creşterii capacităţii de prelucrări mecanice de mare precizie. În acelaşi timp este necesară o revizuire critică a procedeelor tehnologice folosite în confecţionarea diferitelor tipuri de utilaje.

Una dintre problemele de bază ale sculăriei într-o fabricaţie de mare serie de motoare electrice, constă în asigurarea parcului necesar de stanţe combinate pentru stanţarea tolelor. Datorită complexităţii lor, cum şi a faptului că realizarea lor după tehnologia curentă se baza în cea mai mare măsură pe munca manuală de cea mai înaltă măiestrie profesională, ciclul de fabricaţie al unei astfel de stanţe era extrem de lung. Este interesant de urmărit tendinţa specialiştilor din diferitele fabrici de specialitate, de a reduce din ce în ce mai mult ponderea muncii manuale în confecţionarea acestor stanţe, prin elaborarea unei tehnologii îmbunătăţite. Rezultatele sînt remarcabile.

În fig. 14, 15 şi 16 sînt descrise mai multe variante tehnologice folosite pentru confecţionarea poansoanelor care perforează crestăturile la stanţele combinate pentru tole. Fig. 14 descrie tehnologia clasică, în care manopera de ajustare manuală reprezintă aproape 50 % din timpul total de lucru. Fig. 15 descrie o variantă interesantă elaborată în Republica Democrată Germană [3] în care manopera de prelucrare mecanică este considerabil redusă fără a reduce însă manopera de ajustare. Fig. 16 descrie un proces tehnologic modern în întregime mecanizat, pus la punct de specialiştii din Republica Cehoslovacă. Procedeul se bazează pe două elemente noi :

— folosirea forjării precise pentru elaborarea semifabricatului ;

— prelucrarea finală a elementului după tratarea termică, prin şlefuire.

Pentru forjare se foloseşte o presă cu fricţiune şi o instalaţie de încălzire cu frecvenţă înaltă, de mică putere (dat fiind gabaritul redus al piesei de încălzit) ; după forjare şi tundere piesa se tratează termic la duritatea cerută. Operaţiile ulterioare se desfăşoară exclusiv prin şlefuire, folosind maşini de şlefuit plan cu ax orizontal, pietre de polizor fasonate şi dispozitiv de şlefuit de mare precizie (cale, liniale, sinus etc.).

Avantajele acestei tehnologii sînt considerabile. Considerînd timpul de lucru necesar prelucrării în varianta din fig. 14, echivalent cu 100 %, varianta din fig. 15 reprezintă circa 60 %, iar ultima se reduce la mai puţin de 30 %. Dar asta nu e totul. Spre deosebire de

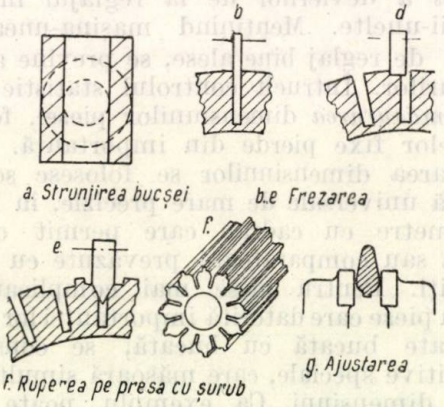


Fig. 15. Confecţionarea stanţelor combinate pentru tole. Proces tehnologic „din tambur".

procedeele care folosesc ajustarea manuală, în ultimul caz se obţin piese interschimbabile. În felul acesta, avînd la dispoziţie segmenţii de rezervă, reparaţia unei stanţe defectate se poate executa într-un timp minim. Asamblarea părţilor

tăietoare, făcute din segmenți, se realizează prin simpla așezare a pieselor șlefuite una lîngă alta. Nu mai puțin important este faptul că prin șlefuirea efectuată după tratamentul termic pe toată suprafața piesei, se îndepărtează de pe toate suprafețele solicitate în timpul procesului de stanțare, stratul de oțel decarburat în urma tratamentului care conține de multe ori amorse de fisuri și care rezistă mai puțin bine la uzură decît oțelul sănătos. Aceasta este explicația pentru care viața unei stanțe fabricate după această metodă este de cîteva ori mai mare decît a uneia executată după procedeul clasic, atingînd 3—4 milioane bătăi.

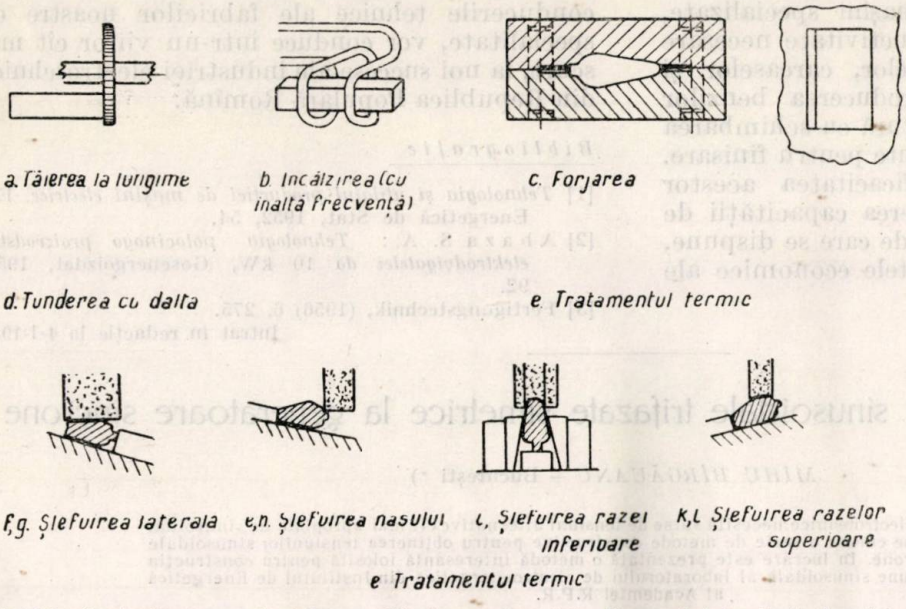


Fig. 16. Confecționarea stanțelor combinate pentru tole. Procesul tehnologic bazat pe forjarea precisă și șlefuire.

Tot pe aceeași linie, a creșterii productivității la confecționarea stanțelor combinate pentru stanțarea tolelor, trebuie menționată economia de manoperă care se realizează prin utilizarea aliajelor ușor fuzibile la prinderea poansoanelor și la ghidarea lor în aruncător, metodă folosită pentru prima dată la noi în țară de colectivul fabricii Electromagnetica. Colectivul de sculeri ai fabricii Clement Gottwald a realizat recent o stanță combinată pentru stanțarea completă a unei tole de rotor de curent continuu de circa 250 mm diametru, folosind fixarea poansoanelor cu aliaje ușor fuzibile. Manopera de confecționare a stanței s-a redus cu circa 20 % iar rezultatele în exploatare au fost cele mai bune. Merită să fie menționată, de asemenea, folosirea plăcilor de ghidare confecționate din mase plastice de tip „dentacril" realizate prin turnare.

Concluzii

Trecerea în revistă a stadiului actual al tehnologiei de fabricație a motoarelor asincrone de mică putere (0,6 la 7 kW), așa cum se practică în marile fabrici de specialitate din țările cu industrie puternic dezvoltată, ne permite să apreciem progresul considerabil care a fost realizat prin aplicarea celor mai moderne cuceriri ale tehnicii. Unul dintre punctele de plecare pentru acest progres a fost specializarea accentuată a fabricilor, reducerea tipurilor fabricate la un singur fel de protecție, de unde creșterea considerabilă a seriilor de fabricație. Unitățile productive moderne realizează o producție de ordinul a 200 la 500 000 buc. pe an. Un alt punct de plecare a constat în reorganizarea fluxului de fabricație prin îmbunătățirea continuă a liniilor tehnologice, în sensul automatizării lor cît mai avansate. În cadrul lucrării au fost scoase în evidență în special progresele realizate prin introducerea stanțării automate a tolelor folosind prese speciale de mare productivitate, în tehnologia bobinajului și a impregnării prin folosirea benzilor și a instalațiilor de impregnare cu conveier.

În domeniul prelucrărilor mecanice, au fost descrise cîteva linii automate realizate recent cum și mai multe mașini specializate de mare productivitate. Au fost analizate pe scurt metodele și utilajele moderne folosite pentru montaj, cum și unele mijloace de asigurare a controlului de calitate, în ritmul accelerat al producției. În fine, au fost trecute în revistă unele metode pentru mărirea productivității muncii în sectoarele de fabricație a echipamentului tehnologic specific fabricației în serie mare a motoarelor electrice. În general, se poate trage concluzia că stadiul actual al tehnologiei de fabricație a motoarelor asincrone mici permite atingerea unui ritm de producție de un motor la două-trei minute pentru fiecare linie de fabricație și montaj, asigurînd un ciclu de fabricație redus la durata cîtorva schimburi și un volum de muncă umană extrem de redus.

Pornind de la ideea că obiectivul principal în dezvoltarea producției de electromotoare mici în țara noastră, constă pentru următorii doi-trei ani în ridicarea apreciabilă a nivelului productivității muncii, mult rămas în urmă față de nivelul mondial actual, în parcursul lucrării au fost analizate posibilitățile aplicării în măsură cît mai mare a metodelor de lucru moderne, o dată cu reamenajarea sectorului de fabricat electromotoare al fabricii Electroprecizia. Au fost descrise pe scurt principalele

măsuri care au fost proiectate de fabrică şi a căror realizare este în curs; au fost făcute sugestii în legătură cu completarea acestor măsuri. Sugestiile cele mai importante le considerăm pe acelea în legătură cu ameliorarea fluxului tehnologic prin introducerea bobinării miezurilor statorice fără carcasă, în legătură cu completarea dotării cu maşini specializate, semiautomate de mare productivitate necesare liniilor de fabricaţie a tolelor, carcaselor şi axelor, în legătură cu introducerea benzilor la bobinaj şi montaj, în legătură cu schimbarea tehnologiei folosite actualmente pentru finisare. A rezultat cu claritate eficacitatea acestor măsuri în legătură cu creşterea capacităţii de producţie pe spaţiul restrîns de care se dispune, cum şi în legătură cu aspectele economice ale producţiei.

Scopul acestei lucrări este să stimuleze activitatea colectivelor de specialişti din fabricile noastre de motoare electrice, în munca lor neobosită pentru ridicarea nivelului tehnic şi economic al procesului de producţie. Autorul speră că unele din problemele şi soluţiile expuse, prelucrate şi adaptate de colaboratorii lui din conducerile tehnice ale fabricilor noastre de specialitate, vor conduce într-un viitor cît mai scurt, la noi succese ale industriei electrotehnice din Republica Populară Romînă.

Bibliografie

[1] *Tehnologia şi utilajul producţiei de maşini electrice.* Ed. Energetică de Stat, 1952, 54,
[2] Abaza S. A.: *Tehnologia polocinogo proizvodstva elektrodvigatelei do* 10 kW, Gosenergoizdat, 1950, 92.
[3] Fertigungstechnik, (1956) 6, 275.

Intrat în redacţie la 4-I-1958

Folosirea bobinajelor sinusoidale trifazate simetrice la generatoare sincrone

MIHU BÎRGĂUANU — Bucureşti *)

Laboratoarele electrotehnice necesită surse de tensiuni alternative cît mai apropiate de sinusoidă. In literatura tehnică se cunosc o serie de metode constructive pentru obţinerea tensiunilor sinusoidale la alternatoarele sincrone. In lucrare este prezentată o metodă interesantă folosită pentru construcţia alternatorului de tensiune sinusoidală al laboratorului de electroenergetică din Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

CZ 621.313.322.645.53

1. Introducere

Pentru dotarea laboratorului de electroenergetică a Institutului de energetică cu o sursă de tensiune sinusoidală, s-a proiectat un generator sincron de circa 30 kVA la 1 500 rot/min.

S-au impus următoarele condiţii:

a) Tensiunea să-şi păstreze forma undei cît mai sinusoidală la plină sarcină, atît în funcţionare trifazată cu sarcina simetrică şi nesimetrică, cît şi în funcţionare monofazată.

b) O gamă largă de tensiuni.

c) Posibilitatea excitării generatorului cu prototipul de amplidină al institutului.

1.1. *Mijloace clasice de obţinere a unei unde de tensiune sinusoidală.* a) Scurtarea pasului înfăşurării statorice. Pasul se alege astfel, încît să se obţină pentru armonicele 5, 7, 11, 13 etc. factori de înfăşurare cît mai mici. Folosirea de două bobinaje suprapuse cu scurtări diferite.

b) Folosirea unui număr mare de crestături pe pol şi fază pentru mărirea ordinului armonicilor de dentură şi pentru obţinerea unui factor de repartizare a bobinajului favorabil.

c) Folosirea unui bobinaj cu număr fracţionar de crestături pe pol şi fază care realizează avantajos un factor de repartizare a bobinajului favorabil.

d) O formă a piesei polare care să dea o repartiţie spaţială sinusoidală a cîmpului inductor.

e) Înclinarea crestăturilor statorului sau a celor ale rotorului în scopul reducerii armonicilor de dentură.

f) Folosirea crestăturilor semiînchise atît la rotor cît şi la stator pentru micşorarea amplitudinii armonicilor de dentură.

g) Funcţionarea maşinii la regim nominal în porţiunea nesaturată a caracteristicii magnetice pentru a evita armonicile produse de neliniaritatea curbei de magnetizare.

h) Utilizarea unui sistem amortizor sub formă de pene de cupru în crestăturile rotorice pentru amortizarea armonicilor de cîmp cu viteză diferită de cea de sincronism.

1. 2. *Soluţia adoptată pentru proiectul de generator sincron al Institutului de Energetică.* Din mijloacele clasice arătate anterior s-au reţinut doar cele de la punctele e, f, g şi h. În locul mijloacelor de la punctele a, b şi c s-a folosit un bobinaj cu repartiţie sinusoidală a spirelor înfăşurării statorice.

În locul formei speciale a piesei polare s-a folosit un rotor cu poli înecaţi cu repartiţie sinusoidală a spirelor în crestăturile rotorice. Numărul crestăturilor rotorice s-a ales astfel încît armonicilor de cîmp produse de acestea să le corespundă factorii de bobinaj mici ai înfăşurării statorice.

2. Teoria bobinajului sinusoidal

2.1. *Bobinaj sinusoidal cu repartiţie continuă.* Se poate demonstra că, în cazul în care la periferia indusului se aşează cele 2 W conduc-

*) Ing. M. Bîrgăuanu este şef de sector la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

toare de pol și fază astfel încît pe fiecare element de periferie să fie :

$$W\,\mathrm{d}\left(\sin\frac{\pi}{\tau}x\right)=W\cdot\cos\frac{\pi}{\tau}x.\mathrm{d}\left(\frac{\pi}{\tau}x\right)$$

conductoare se realizează un bobinaj cu repartiție sinusoidală continuă cu următoarele proprietăți :

a) forța magnetomotoare produsă de bobinajul parcurs de curent are o distribuție spațială sinusoidală ;

b) factorul de bobinaj al acestei înfășurări este

$$k_{w1}=\frac{\pi}{4}=0{,}785$$

pentru fundamentală și $k_{wv}=0$, pentru orice altă armonică de cîmp.

2.2. *Bobinaj cu repartiție sinusoidală discretă cu un număr foarte mare de conductoare.* În mașina reală nu se poate realiza un bobinaj cu repartiție continuă deoarece el trebuie așezat într-un număr m de crestături pe pol.

În acest caz repartiția conductoarelor în crestături se poate face în mai multe feluri după cum numărul de crestături este par sau impar și după cum se consideră originea pasului înfășurării pe axa unui dinte sau pe axa unei crestături.

În cazul considerării originii pasului înfășurării într-o crestătură legea de repartiție a conductoarelor este :

$$N_i=\frac{2W}{\cos\frac{\pi}{2m}}\left[\sin i\frac{\pi}{m}-\sin(i-1)\frac{\pi}{m}\right]$$

conductoare în crestătura i în cazul unui număr impar de crestături pe pol, și

$$N_i=2\,W\left[\sin i\frac{\pi}{m}-\sin(i-1)\frac{\pi}{m}\right],$$

în cazul unui număr par de crestături pe pol.

Se poate arăta că pentru astfel de bobinaje factorul de bobinaj are valoarea :

$$k_{w1\,;\,\mathrm{cm}\,\pm\,1}=\frac{2m\,\mathrm{tg}\frac{\pi}{2m}}{4}$$

pentru cazul m impar și

$$k_{w1\,;\,\mathrm{cm}\,\pm\,1}=\frac{2m\sin\frac{\pi}{2m}}{4}$$

pentru cazul m par, pentru fundamentala cîmpului și armonicile cm $\pm$ 1 de dentură și $k_{wn}=0$ pentru celelalte armonici de cîmp.

Se vede că trecînd la limită $(m\to\infty)$ se obține rezultatul de la § 2.1.

2.3. *Bobinaj sinusoidal real cu număr limitat de crestături și conductoare.* În cazul mașinii reale în care numărul de conductoare este limitat nu se poate realiza repartiția exactă :

$$N_i=2\,W\left[\sin i\frac{\pi}{m}-\sin(i-1)\frac{\pi}{m}\right]$$

deoarece acesta nu este în general un număr întreg.

În acest caz se așază în crestătura i un număr întreg de conductoare cît mai apropiat de cel rezultat din calcul.

3. Justificarea soluției adoptate

3.1. *Folosirea bobinajului sinusoidal în locul unui bobinaj clasic.* Folosirea unui bobinaj sinusoidal este avantajoasă din punctul de vedere al calității undei de tensiune în raport cu un bobinaj clasic din următoarele motive :

a) prin scurtarea pasului nu se poate obține simultan micșorarea suficientă a factorilor de bobinaj pentru diferite armonici ; în cazul a două bobinaje suprapuse cu scurtări diferite se poate obține anularea doar a două armonici prime ;

b) numărul de crestături este limitat de condiții constructive, în cazul mașinii proiectate nu era economic un q mai mare decît 5 ;

c) folosirea unui bobinaj cu număr fracționar de crestături pe pol și fază nu poate conduce la calități comparabile cu cele ale bobinajului de tip sinusoidal.

În adevăr, la $2p=4$ numitorul fracției q nu poate fi mai mare ca 2 fără să apară armonici inferioare (de ordin mai mic ca fundamentala).

Așadar, înfășurarea echivalentă ar fi corespuns unui număr $2q+1$ crestături pe pol și fază, ceea ce ar fi condus la factori de bobinaj satisfăcători pentru diferite armonici.

În cazul mașinii proiectate s-ar fi putut alege un număr $q=5\,\frac{1}{2}$ crestături pe pol și fază. Mai jos se dă o tabelă comparativă între factorii de bobinaj obținuți de autor și cei care s-ar fi putut obține în cazul $q=5\,\frac{1}{2}$ și $\frac{y}{\tau}=0{,}788$.

În cazul concret bineînțeles că nu s-a putut obține, la un număr destul de mic de spire, factori de bobinaj nuli pentru diferitele armonici.

Numărul de crestături pe pol este de 15 pe stator și de 11 pe rotor. Primele armonici pentru care factorul de bobinaj al statorului este egal cu cel pentru fundamentală sînt de ordinul 29 și 31.

Armonicilor de dentură ale cîmpului inductor de ordinul 21 și 23 le corespund factori de bobinaj statorici de ordinul $k_{w21}=0$ și $k_{w23}=0{,}006$. La alegerea numărului de crestături rotorice am fost conduși și de considerații de utilizare optimă a fierului.

Din calculul mașinii a rezultat un număr de 78 spire pe fază ceea ce a condus la repartiția conductoarelor în crestături, după cum se arată în tabela 1 și tabela 2.

aceleași condiții, secțiunea totală de cupru la bobinajele sinusoidale va fi mai mare.

În cazul concret numărul de conductoare care trebuie introduse în crestături este (§3.1)

Tabela 1

Nr. crest.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Faza I	8	8	7	6	5	3	2	0	2	3	5	6	7	8	8	8	8	7	6	5	3	2	0	2	3	5	6	7	8	8
Faza II	3	2	0	2	3	5	6	7	8	8	8	8	7	6	5	3	2	0	2	3	5	6	7	8	8	8	8	7	6	5
Faza III	5	6	7	8	8	8	8	7	6	5	3	2	0	2	3	5	6	7	8	8	8	8	7	6	5	3	2	0	2	3

Cu o astfel de așezare a conductoarelor s-au obținut următorii factori de bobinaj :

Tabela 2

	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29
Bobinaj sinusoidal	0,785	0	0	0,006	0	0,025	0,01	0	0,01	0,025	0	0,006	0	0	0,786
Bobinaj cu $q = 5\frac{1}{2}$ și $\frac{y}{\tau} = 0{,}788$	0,902	0,355	0,017	0,1	0,21	0,08	0,03	0,04	0,05	0,058	0,08	0,01	0,02	0,1	0,04

Bobinajul de tip sinusoidal mai are avantajul că f.m.m. de reacție fiind sinusoidală fluxul rezultant în întrefier, în măsura în care mașina nu este saturată, se păstrează sinusoidal deoarece și fluxul inductor este sinusoidal.

3.2. *Folosirea rotorului cu poli înecați.* Mașina s-a proiectat cu rotor cu poli înecați și nu cu o formă a piesei polare care să dea o repartiție sinusoidală de cîmp, deoarece în cazul polilor ieșiți, în sarcină, cîmpul se deformează. Pentru ca cîmpul inductor să fie sinusoidal s-au repartizat conductoarele excitației de asemenea după o lege de distribuție sinusoidală.

4. Realizarea practică a înfășurării statorice

4.1. *Utilizarea spațiului.* După cum rezultă din § 2.3 și 3.1, în fiecare crestătură se află un număr oarecare de conductoare aparținînd celor trei faze. Suma conductoarelor așezate în fiecare crestătură nu este constantă. Din acest motiv rezultă o oarecare pierdere din spațiul util al crestăturilor deoarece este de la sine înțeles că spațiul util al crestăturii trebuie să satisfacă posibilitatea de umplere a celor mai încărcate crestături. (Utilizarea de crestături de diferite dimensiuni în fierul statoric, nu este rațională).

O altă pierdere din spațiul util, în raport cu bobinajele obișnuite rezultă din faptul că factorul de bobinaj pentru fundamentală la bobinajul sinusoidal ($k_{w1} = 0{,}786$) este mic în raport cu cel al bobinajelor obișnuite. Așadar, în de 16 în crestăturile cele mai încărcate și de 14 în crestăturile mai puțin încărcate. Numărul crestăturilor cu 16 conductoare este de 4 ori mai mare ca cel cu 14 conductoare. Raportul dintre numărul de conductoare ce se pot introduce în cazul bobinajului sinusoidal față de cel în cazul bobinajului obișnuit (cu utilizarea uniformă a crestăturilor) este de :

$$k_1 = \frac{4 \cdot 16 + 1 \cdot 14}{5 \cdot 16} = 0{,}975.$$

Dacă se ține seamă că la aceleași condiții, datorită factorilor de bobinaj pentru fundamentală diferiți, este necesar la bobinajul sinusoidal de mai sus cu 0,902/0,786 mai multe spire ca în cazul unui bobinaj cu $q = 5\frac{1}{2}$, deci :

$$k_2 = \frac{0{,}786}{0{,}902} = 0{,}87$$

rezultă că utilizarea totală a spațiului din crestături este :

$$k_3 = k_1 \cdot k_2 = 0{,}975 \cdot 0{,}87 = 0{,}85$$

sau, în condițiile celelalte egale, la un bobinaj sinusoidal este necesar un spațiu util de crestătură de 1,18 ori spațiul pentru un bobinaj cu $q = 5\frac{1}{2}$.

4.2. *Așezarea conductoarelor în crestătură.* Condiția de simetrie a inductanțelor de scăpări și inductanțelor mutuale între faze reclamă așezarea simetrică a fazelor pe înălțimea crestăturilor. În cazul unui bobinaj tetrapolar

realizarea acestei simetrii folosind bobinaje concentrice în trei straturi nu este realizabilă.

Condiția de a avea o gamă largă de tensiuni cere ca înfășurarea să aibă cel puțin două căi de curent în paralel. Faptul că înfășurarea va avea două căi de curent prezintă și avantajul de a conduce la un număr mai mare de spire și, deci posibilitatea de a aproxima mai bine repartiția sinusoidală a conductoarelor.

Se ajunge la următoarea așezare a conductoarelor pe înălțimea crestăturii care să satisfacă cerințele de simetrie, indicate în tabelele 3 și 4.

prinderea „Clement Gottwald" după proiectul nostru un generator sincron, cu particularitățile constructive arătate în § 1. 2.

Caracteristicile nominale sînt cele cuprinse în subtitlu.

Generatorul a fost destinat să alimenteze masa de calcul, instalațiile eventuale de înaltă tensiune și, în general, toate instalațiile experimentale care necesită o sursă de tensiune sinusoidală ale Laboratorului de electroenergetică al Institutului de Energetică.

5.1. *Curba de tensiune la mers în gol a generatorului sinusoidal.* S-a oscilografiat curba de

Tabela 3

Nr. crestături	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Fund	**8**	**8**	**7**	**6**	**5**	5	6	7	8	8	8	8	7	6	5	*5*	*6*	*7*	*8*	*8*	*8*	*8*	*7*	*6*	*5*	**5**	**6**	**7**	**8**	**8**
Mijloc	*5*	*6*	*7*	*8*	*8*	*8*	*8*	*7*	*6*	*5*	**5**	**6**	**7**	**8**	**8**	**8**	**8**	**7**	**6**	**5**	5	6	7	8	8	8	8	7	6	5
Vîrf	3	2	0	2	3	**3**	**2**	**0**	**2**	**3**	*3*	*2*	*0*	*2*	*3*	3	2	0	2	3	**3**	**2**	**0**	**2**	**3**	*3*	*2*	*0*	*2*	*3*

Faza I — cifrele grase
Faza a II-a — cifre italice

În generatorul proiectat s-au așezat de fapt astfel conductoarele pentru a se putea obține simetria nu pe pereche de poli ci chiar pe fiecare pol. Acest lucru nu era însă necesar. În tabela 4 se figurează numai faza I.

Tabela 4

Nr. crestături	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Fund	8	8	7											8	8				6	5						5	6	7		
Mijloc				6	5						5	6	7			8	8	7											8	8
Vîrf						3	2	0	2	3											3	2	0	2	3					

4.3. *Bobinarea înfășurării statorice.* Bobinarea statorului cu o înfășurare cvasisinusoidală prezintă dificultăți datorită :

a) prezenței celor trei faze în fiecare crestătură ;

b) diversității tipurilor de bobină ca pas și număr de spire ;

c) poziției variate care trebuie dată laturilor bobinelor pe înălțimea crestăturii, impusă de condiția de simetrie.

Aceste dificultăți pot fi învinse în oarecare măsură prin soluția dată de noi. Ea constă în realizarea unui bobinaj în două straturi cu pas diametral și cu bobine cu număr diferit de spire (5 tipuri), peste care se suprapune un bobinaj într-un strat (concentric) cu două tipuri de bobină.

5. Rezultate

5.0. *Generatorul sinusoidal de* 30 kWA 400/231, 800/462 V 1500 rot/min. Între septembrie 1953 și septembrie 1954 s-a executat în întreprinderea „Clement Gottwald" după proiectul nostru un generator sincron, cu particularitățile constructive arătate în § 1. 2.

tensiune a generatorului sinusoidal concomitent cu cîmpul inductor.

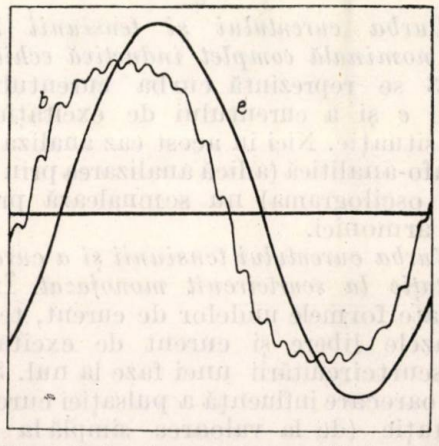


Fig. 1. Curba cîmpului inductor (*b*) și curba de tensiune (*e*) la mersul în gol al generatorului sinusoidal.

Din fig.1 rezultă că deși curba undei spațiale a cîmpului inductor este oarecum deformată,

curba undei de tensiune nu indică nici-o deformație care să fie vizibilă prin analiza armonică grafică.

Cum oscilograma rezistă la o analiză armonică grafico-analitică mai precisă, armonicile în unda de tensiune au fost determinate cu ajutorul unui analizor de unde rezonant.

Rezultatele acestei determinări sînt cuprinse în tabela 5. Se observă că în curba de tensiune nu apar decît armonicile corespunzătoare dinților rotorici (armonicile 21 și 23) și dinților statorici (armonicile 29 și 31). Factorul de distorsiune $d = \frac{\sqrt{[\Sigma U_v^2 - U_1^2]}}{U_1}$ are valoarea $d = 0{,}0015$.

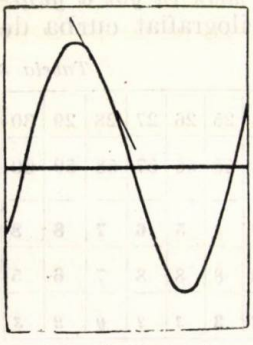


Fig. 2. Curba de curent la scurtcircuit trifazat.

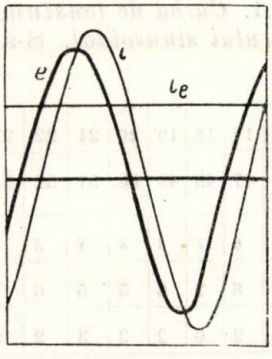


Fig. 3. Curba curentului (i), a tensiunii (e) și a curentului de excitație (i_e) la 1,5 sarcină nominală complet inductivă echilibrată.

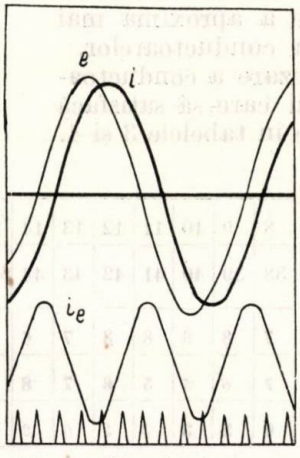


Fig. 4. Curentul de scurtcircuit (i), tensiunea între fazele libere (e) și curentul de excitație (i_e) la scurtcircuit monofazat.

5.2. *Curba de curent la scurtcircuit trifazat.* Concludent pentru comportarea în sarcină echilibrată este scurtcircuitul trifazat. S-a oscilografiat, prin urmare, curentul de scurtcircuit trifazat și s-a obținut curba de curent din fig.2. Nici în acest caz nu s-a putut obține nimic prin analiza armonică pe curba înregistrată grafic.

5.3. *Curba curentului și tensiunii la 1,5 sarcină nominală complet inductivă echilibrată.* În fig. 3 se reprezintă curba curentului i, a tensiunii e și a curentului de excitație i_e în această situație. Nici în acest caz analiza armonică grafo-analitică (adică analizarea prin calcul folosind oscilograma) nu semnalează prezența vreunei armonici.

5.4. *Curba curentului tensiunii și a curentului de excitație la scurtcircuit monofazat.* În fig. 4 sînt redate formele undelor de curent, tensiune între fazele libere și curent de excitație în cursul scurtcircuitării unei faze la nul. Se constată o oarecare influență a pulsației curentului de excitație (de la valoarea simplă la dublu) datorită cîmpului invers. Aceasta denotă o insuficientă amortizare a cîmpurilor nesincrone.

5.5. *Curba de curent în sarcină rezistivă complet dezechilibrată* (1,5 ori sarcina nominală între două faze și gol în rest). Deși acest regim este excepțional și în general inadmisibil în funcționare din cauza solicitării termice și mecanice a rotorului prin componenta inversă de cîmp, considerăm că nu este lipsit de interes a prezenta rezultatele obținute și în acest caz. În acest scop în tabela 5 s-au trecut datele analizei curbei efectuate cu analizorul de unde. Se constată, așa cum era și de așteptat, că armonicile datorită cîmpurilor cu sens de rotație invers sensului sincron apar destul de însemnate, în special, armonica 3 cu o contribuție de 1,58% și armonica 7 cu contribuției de 0,37%. Era și de așteptat că aceste armonici să nu poată fi distruse de bobinajul de tip sinusoidal deoarece ele rezultă ca apărînd nu din armonici spațiale de cîmp, ci din cîmpuri spațiale cu număr de poli identic cu cîmpul sincron însă cu viteze diferite de rotație în raport cu statorul.

Rezultatul obținut nu are importanță practică și nu este concludent pentru comportarea bobinajului de tip sinusoidal, dă, însă, o indicație asupra sistemului amortizor.

Tabela 5

Armonica	E_{gol}	I sarcină complet dezechilibrată
1	1	1
3	0	0,0158
5	0	0,00057
7	0	0,0037
9	0	0,00167
11	0	0,00092
13	0	0,00075
15	0	0,00058
17	0	0,00042
19	0	0
21	0,00021	0,000167
23	0,00021	0,00042
25	0	0
27	0	0
29	0,00104	0,000375
31	0,00104	0,00075
33	0	0,00075
celelalte	0	0
d	0,0015	0,0163

Și în acest caz s-a calculat factorul deformat și s-a obținut $d = 0{,}0163$.

6. Concluzii

Din rezultatele obținute se poate trage concluzia că folosirea bobinajului de tip sinusoidal este indicată în toate cazurile în care se

pune problema de a obține o undă de tensiune sinusoidală. La folosirea acestui tip de bobinaj se recomandă să se țină seamă de următoarele :

a) Bobinajul sinusoidal executat cu un număr suficient de mare de spire pe pol și fază poate conduce la factori de bobinaj aproape nuli pentru orice armonică diferită de cele de dentură și bineînțeles de fundamentală. Se va tinde, deci, să se realizeze bobinaje cu un număr cît mai mare de spire.

b) Numărul de dinți trebuie ales cît mai mare pentru ca să se obțină armonici de dentură cît mai îndepărtate și deci cît mai mici. Numărul de dinți rotorici trebuie astfel ales încît să întîlnească în stator factori de bobinaj corespunzători armonicilor de dentură rotorice, nuli.

c) Bobinajul sinusoidal nu este eficace în lupta împotriva armonicilor provocate de existența unor cîmpuri fundamentale spațial dar de pulsații diferite de cea sincronă. În asemenea cazuri se recomandă folosirea unor amortizoare puternice.

În condiții egale, bobinajul sinusoidă reclamă o arie liberă de crestătură mai mare ca tipurile obișnuite de bobinaj datorită pe de o parte factorului de bobinaj pentru fundamentală mai mic ca în bobinajele obișnuite (condiție inevitabilă) și umplerii nu întrutotul uniformă a crestăturilor (condiție care depinde de numărul de crestături și de numărul de conductoare în crestătură).

Prezența unui cîmp de formă apropiată de sinusoidă nu este neapărat necesară întrucît, prin factorii de bobinaj aproape nuli pentru diferitele armonici, efectul armonicilor spațiale ale cîmpului poate fi micșorat ori cît de mult (chiar anulat) cu excepția armonicilor de dentură.

Extinderea folosirii bobinajelor de tip sinusoidal și în alte domenii (de exemplu la selsinuri) sau micromotoare trifazate face ca, construcția de bobinaj propusă să aibă o valoare efectivă și cu o destul de largă aplicație.

Nu sîntem însă de părere că acest tip de bobinaj este în măsură să fie generalizat la toate generatoarele sincrone și în general, la toate mașinile de curent alternativ.

7. Observații ulterioare redactării și trimiterii spre publicare

7.1. *Referitor la bibliografie.* Pentru executarea studiilor și proiectului generatorului cu undă de tensiune sinusoidală s-a utilizat ca bibliografie [1] și [2].

Lucrarea [3] are un conținut puțin diferit de prezenta, avînd mai dezvoltat paragraful 2.1., lipsindu-i însă unele corecturi și adăugiri între care și două figuri care apar în prezenta lucrare.

Lucrarea [4] conține o scurtă dar precisă descriere a procedeului de a executa bobinajul simetric trifazat sinusoidal în cazul general și nu în cel concret tratat în prezenta lucrare.

Lucrările date în indicațiile bibliografice de la [5] și pînă la sfîrșit nu au fost folosite la elaborarea prezentei lucrări deoarece : [5] deși publicat în 1937 nu a fost cunoscut de autor, iar [6], [7], [8], [9] sînt ulterioare executării generatorului sinusoidal și redactării prezentei lucrări. Se dau totuși în indicația bibliografică întrucît lămuresc unele probleme care sînt strîns legate de conținutul lucrării și pot servi la comparații și aplicații practice, iar pe de altă parte prin prezența lor se evidențiază importanța care se dă și în alte părți lucrărilor similare celor ale noastre.

7.2. *Referitor la utilizarea mai largă a bobinajelor de tip sinusoidal.* În ultimul timp s-au experimentat în Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. un număr de prototipuri de selsinuri dotate cu astfel de bobinaje. Rezultatele obținute arată avantajele acestui tip de bobinaje.

Bibliografie

[1] Costenco M. P. *Electriceschie Mașini*, Spec. Ciasti. GEI. Moscova-Leningrad 1949 p. 111—124.

[2] Richter R. : *Elektrische Maschinen*, Verlag Birkhäuser. Basel-Stuttgart, 1953, vol. II, p. 216—230; 504—512,

[3] Bîrgăuanu M. : *Eine Sinchronmaschine mit sinusoformige Spanungswellenkurve*. Revue d'énergétique et électrotechnique, Acad. R.P.R., Bucarest, 1957, 2 (sub tipar).

[4] Bîrgăuanu M. : *Propunerea de invenție „Bobinaj trifazat simetric cu repartiție sinusoidală a conductoarelor"*. Înregistrat sub nr. 41408 la 2.II.1957 la O.S.I.

[5] Appelman W. R. : *The cause and elimination of noise in small motors*. Electrical Engineering, **56** (1937) 11, 1359—1367.

[6] Hörcher Frigyes și Asztalos P. : *Szinuszgeneratorok tervezesi elvei*. Elektrotehnika, **46** (1953) 4, 110.

[7] Sequenz, H. : *Die Wicklungen elektrischer Maschinen*. Wien. Verlag Springer, vol. I, 1954, p. 170; 183—185 305, 309, 312.

[8] Berman A. J., Tarmanfarma G., Shinzinger R. : *Space harmonics generated by concentric windings*. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. **75** (1954), 1416—1422.

[9] Lacroux G. : *Les harmoniques de champ produit par les enroulements concentriques*. Rev. Gén. 'Electr. **66** (1957) 3, 145.

Intrat în redacție la 10 I 1958

Teoria funcționării asincrone a mașinilor sincrone în analiza tensorială

ANDREI C. NICOLAIDE — Craiova *)

Folosirea calculului matricial la studiul regimurilor de funcționare a mașinii sincrone are avantajul unei scrieri mai compacte a ecuațiilor complicate care se obțin. In articol este expus un alt procedeu de stabilire a ecuației de funcționare asincronă a mașinii sincrone bazat de asemenea pe aplicarea calculului matricial.

CZ 621.313.32.001 : 512.972

Studiul mașinilor electrice cu ajutorul calculului matricial, prezintă avantajul unui calcul uniform și ușor de condus și de asemenea în cazuri mai complicate se poate ajunge la rezultat mai repede decît prin metodele obișnuite de calcul, care sînt uneori extrem de anevoioase.

În studiul mașinilor electrice cu ajutorul calculului matricial se introduce noțiunea de mașină primitivă. Statorul acestei mașini este constituit din două bobine așezate perpendicular una față de alta. Rotorul este constituit tot din două bobine, așezate perpendicular una față de alta, cu două perechi de perii la extremitățile lor.

În cele ce urmează se indică un alt procedeu de a stabili ecuația generală de funcționare a unei mașini fără colector și se va arăta felul în care se utilizează. Modul general de aplicare al calculului matricial la studiul mașinilor electrice se face după lucrările [1], [2], [4].

I. Ecuația matricială de funcționare a unei mașini de curent alternativ fără colector

Vom considera cazul unei mașini de curent alternativ bifazat, cu circuitul secundar nesimetric electric și magnetic, orice mașină de curent alternativ putîndu-se reprezenta în acest fel. Vom presupune circuitul primar simetric. Circuitul rotoric îl vom considera circuit primar iar circuitul statoric cel secundar.

Putem adopta un reper constituit din sistemul de axe statorice (fig. 1) *I* și *IV*, solidare cu

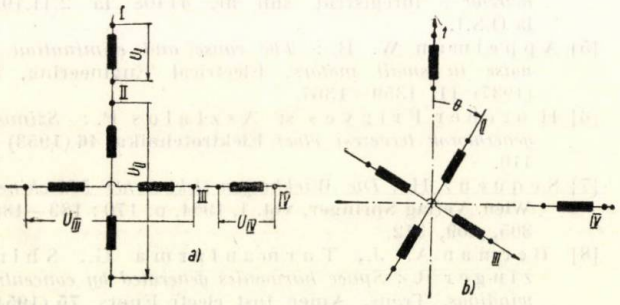


Fig. 1. Axele de referință ale unei mașini electrice fără colector, într-un reper holonom :
a — cînd bobinele sînt față în față ; *b* — într-o poziție oarecare.

axele bobinelor statorice și din sistemul de axe rotorice *II* și *III*, solidare cu axele bobinelor rotorice.

*) Ing. A. C. Nicolaide este asistent la Facultatea de Electrotehnică din Craiova.

Un astfel de reper, la care poziția axelor de referință este invariabilă în timp față de bobine, se numește reper holonom, prin analogie cu cele cunoscute din mecanică.

De asemenea se poate adopta un reper constituit dintr-un sistem de axe statorice *1* și *4*, după cum se vede în fig.2, solidare cu axele bobinelor statorice, adică coincizînd cu axele *I* și *IV* de mai sus și dintr-un sistem de axe rotorice *2* și *3*, solidare tot cu axele bobinelor statorice. Un astfel de reper, întrucît conține pe de o parte axele statorice a căror poziție este invariabilă în timp față de stator, iar pe de altă parte axele rotorice a căror poziție variază în timp față de rotor, se numește reper cvasiholonom. În reperul holonom ecuația de funcționare a mașinii este, sub formă matricială :

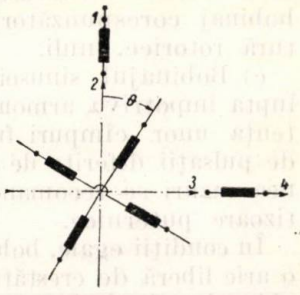


Fig. 2. Axele de referință ale unei mașini electrice fără colector într-un reper cvasiholonom.

$$\| u \| = \| R \| . \| i \| + \frac{d \| \psi \|}{dt} \qquad (1)$$

unde, matricea $\| u \|$ reprezintă tensiunile aplicate bobinelor, matricea $\| i \|$ reprezintă curenții care trec prin bobine, luîndu-se orientarea axelor de referință din fig. 1, matricea $\| R \|$ reprezintă matricea rezistențelor, iar matricea $\| \psi \|$ reprezintă matricea fluxurilor totale, care străbat suprafețele limitate de circuitele înfășurărilor.

Forțele magnetomotoare în reperul holonom se obțin din cele din reperul cvasiholonom, după relația :

$$\| F \| = \| C \| . \| F' \| \qquad (2)$$

$$\| i \| = \| C \| . \| i' \| \qquad (2')$$

Avem, deci, transformarea fiind ortogonală, și relațiile :

$$\| F' \| = \| C_t \| . \| F \| \qquad (3)$$

$$\| i' \| = \| C_t \| . \| i \| \qquad (4)$$

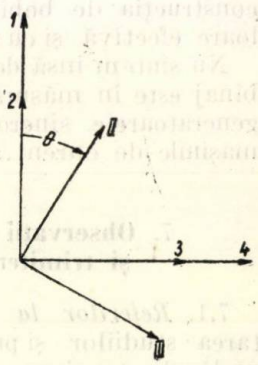


Fig. 3. Trecerea de la sistemul de referință holonom la cel cvasiholonom.

unde matricea de transformare $\| C \|$ reprezintă trecerea de la un sistem de axe la celălalt, și se poate scrie foarte ușor după fig. 3.

Matricea de transformare este :

$$\|C\| = \begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline I & 1 & 0 & 0 & 0 \\ II & 0 & \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ III & 0 & -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ IV & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \quad (5)$$

Introducînd tensorul permeanțelor magnetice ale mașinii [3], putem scrie matricea fluxurilor :

$$\|\Phi'\| = \|\Lambda'\| \cdot \|F'\| = \|\Lambda'\| \cdot \|C_t\| \cdot \|F\| \quad (6)$$

și deci avem :

$$\|\Phi\| = \|C\| \cdot \|\Lambda'\| \cdot \|C_t\| \cdot \|F\| \quad (7)$$

și de asemenea se poate scrie matricea fluxurilor totale :

$$\|\psi\| = \|C\| \cdot \|L\| \cdot \|C_t\| \cdot \|i\| \quad (7')$$

unde $\|L\|$ este matricea inductanțelor proprii ale bobinelor situate față în față.

Ecuația (1) devine :

$$\|u\| = \|R\| \cdot \|i\| + \left[\frac{d\|C\|}{dt}\right] \cdot \|L\| \cdot \|C_t\| \cdot \|i\| + \|C\| \cdot \|L\| \cdot \frac{d}{dt}[\|C_t\| \cdot \|i\|] \quad (8)$$

și utilizînd relația (4) avem :

$$\|u\| = \|R\| \cdot \|C\| \cdot \|i'\| + \left[\frac{d\|C\|}{dt}\right] \cdot \|L\| \cdot \|i'\| + \|C\| \cdot \|L\| \frac{d\|i'\|}{dt}$$

și după ce înmulțim ambii membri cu $\|C_t\|$ se obține :

$$\|C_t\| \cdot \|u\| = \|C_t\| \cdot \|R\| \cdot \|C\| \cdot \|i'\| + \left[\|C_t\| \cdot \frac{d\|C\|}{dt}\right] \|L\| \cdot \|i'\| + \|L\| \frac{d\|i'\|}{dt}$$

Notăm

$$\|C_t\| \cdot \|u\| = \|u'\| \quad (9)$$

$$\|C_t\| \cdot \|R\| \cdot \|C\| = \|R'\| \quad (9')$$

și ecuația (1) devine :

$$\|u'\| = \|R'\| \cdot \|i'\| + \left[\|C_t\| \cdot \frac{d\|C\|}{dt}\right] \cdot \|L\| \cdot \|i'\| + \|L\| \cdot \frac{d\|i'\|}{dt}$$

sau renunțînd la accente și convenind că toate mărimile se referă la reperul cvasiholonom, avem :

$$\|u\| = \|R\| \cdot \|i\| + \left[\|C_t\| \cdot \frac{d\|C\|}{dt}\right] \cdot \|L\| \cdot \|i\| + \|L\| \frac{d\|i\|}{dt} \quad (10)$$

II. Funcționarea în regim asincron a mașinii sincrone la pornire

1. *Determinarea tensorului de impedanță.* Tensorul de impedanță al mașinii de curent alternativ se obține însumînd tensorul rezistențelor, tensorul inductanțelor și tensorul de rotație, așa că în reperul cvasiholonom avem :

$$\|Z\| = \|R\| + \|L\| p + \|C_t\| \cdot [p\|C\|] \cdot \|L\| \quad (11)$$

unde în locul simbolului de derivare s-a pus operatorul p al lui Heaviside.

Relația (11) se mai poate scrie :

$$\|Z\| = \|R\| + \|L\| p + \|G\| \cdot p\theta \quad (11')$$

unde s-a notat

$$\|G\| = \|C_t\| \cdot \frac{d\|C\|}{d\theta} \cdot \|L\|. \quad (11'')$$

Tensorul rezistențelor în reperul holonom este :

$$\|R\| = \begin{array}{c|cccc} & I & II & III & IV \\ \hline I & r_{11} & 0 & 0 & 0 \\ II & 0 & r_{22} & 0 & 0 \\ III & 0 & 0 & r_{33} & 0 \\ IV & 0 & 0 & 0 & r_{44} \end{array} \quad (12)$$

Tensorul rezistențelor în reperul cvasiholonom se calculează ușor după relația (9') și deoarece avem $r_{22} = r_{33}$, rotorul fiind simetric, se obține :

$$\|R'\| = \|C_t\| \cdot \|R\| \cdot \|C\| = \|R\| \quad (12')$$

Tensorul inductanțelor în reperul cvasiholonom este după cum rezultă din cele de mai sus (I) egal cu tensorul inductanțelor, în cazul cînd bobinele sînt situate față în față și este :

$$\|L\| = \begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & L_{11} & L_{12} & 0 & 0 \\ 2 & L_{21} & L_{22} & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & L_{33} & L_{34} \\ 4 & 0 & 0 & L_{43} & L_{44} \end{array} \quad (13)$$

Tensorul de rotație pentru cazul funcționării ca motor, este după relația (11'') :

$$\|G\| = \|C_t\| \frac{d\|C\|}{d\theta} \cdot \|L\| = \begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & L_{23} & L_{24} \\ 3 & -L_{31} & -L_{32} & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \quad (14)$$

În relațiile de mai sus avem :

$$L_{12} = L_{21} \quad L_{31} = L_{21} \quad L_{23} = L_{33} \qquad (15)$$
$$L_{34} = L_{43} \quad L_{32} = L_{22} \quad L_{24} = L_{34}$$

Tensorul de impedanță a mașinii sincrone funcționînd în asincron cu polii aparenți pe stator, este :

$$\|Z\| = \begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & r_{11}+L_{11}p & L_{12}p & 0 & 0 \\ 2 & L_{21}p & r_{22}+L_{22}p & L_{23}p\,\theta & L_{24}p\,\theta \\ 3 & -L_{31}p\,\theta & -L_{32}p\,\theta & r_{33}+L_{33}p & L_{34}p \\ 4 & 0 & 0 & L_{43}p & r_{44}+L_{41}p \end{array} \qquad (16)$$

În regim permanent de funcționare toate mărimile le raportăm la stator, care joacă rolul de secundar și, deci, toate mărimile vor fi evaluate la pulsația $s\omega$.

Tensorul de impedanță în regim staționar este :

$$\|\overline{Z}\| = \begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & \overline{Z}_{11} & \mathrm{j}X_{12} & 0 & 0 \\ 2 & \mathrm{j}X_{21} & \overline{Z}_{22} & X_{23}v & X_{24}v \\ 3 & -X_{31}v & -X_{32}v & \overline{Z}_{33} & \mathrm{j}X_{34} \\ 4 & 0 & 0 & \mathrm{j}X_{43} & \overline{Z}_{44} \end{array} \qquad (17)$$

unde s-a notat :

$$v = \frac{1-s}{s}.$$

Reactanțele notate cu litere mari corespund inductanțelor definite mai sus, iar impedanțele notate tot cu litere mari corespund rezistențelor și reactanțelor totale ale înfășurărilor.

În cazul general al unei mașini cu două înfășurări secundare dispuse atît în axa longitudinală cît și în axa transversală, tensorul de impedanță în regim staționar este :

$$\|\overline{Z}\| = \begin{array}{c|cccccc} & 1' & 1 & 2 & 3 & 4 & 4' \\ \hline 1' & \overline{Z}_{1'1'} & \mathrm{j}X_{1'1} & \mathrm{j}X_{1'2} & 0 & 0 & 0 \\ 1 & \mathrm{j}X_{11'} & \overline{Z}_{11} & \mathrm{j}X_{12} & 0 & 0 & 0 \\ 2 & \mathrm{j}X_{21'} & \mathrm{j}X_{21} & \overline{Z}_{22} & X_{23}v & X_{24}v & X_{24'}v \\ 3 & -X_{31'}v & -X_{31}v & -X_{32}v & \overline{Z}_{33} & \mathrm{j}X_{34} & \mathrm{j}X_{34'} \\ 4 & 0 & 0 & 0 & \mathrm{j}X_{43} & \overline{Z}_{44} & \mathrm{j}X_{44'} \\ 4' & 0 & 0 & 0 & \mathrm{j}X_{4'3} & \mathrm{j}X_{4'4} & \overline{Z}_{4'4'} \end{array}$$

Mașini sincrone cu dublă colivie se întîlnesc însă foarte rar.

În cazul cînd considerăm o mașină sincronă obișnuită cu o singură colivie de pornire și cu înfășurarea de excitație închisă pe o rezistență, tensorul de impedanță devine :

$$\|\overline{Z}\| = \begin{array}{c|ccccc} & 1' & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1' & \overline{Z}_{1'1'} & \mathrm{j}X_{1'1} & \mathrm{j}X_{1'2} & 0 & 0 \\ 1 & \mathrm{j}X_{11'} & \overline{Z}_{11} & \mathrm{j}X_{12} & 0 & 0 \\ 2 & \mathrm{j}X_{21'} & \mathrm{j}X_{21} & \overline{Z}_{22} & X_{23}v & X_{24}v \\ 3 & -X_{31'}v & -X_{31}v & -X_{32}v & \overline{Z}_{33} & \mathrm{j}X_{34} \\ 4 & 0 & 0 & 0 & \mathrm{j}X_{43} & \overline{Z}_{44} \end{array}$$

După cum se vede această matrice nu e simetrică. Pentru mai multă ușurință, în calcule vom folosi tensorul impedanței reprezentat prin matricea (17) care corespunde situației cînd înfășurarea de excitație este deschisă.

Dacă circuitul de excitație este închis pe o rezistență atunci în matricea (17) trebuie pus în locul parametrilor coliviei din axa longitudinală a mașinii parametrii secundari echivalenți.

Introducem coeficienții de dispersie [5] :

$$\overline{c}_1 = \frac{\mathrm{j}X_{12}+\overline{z}_{11}}{\mathrm{j}X_{12}}\,;\ \overline{c}_3 = \frac{\mathrm{j}X_{34}+\overline{z}_{33}}{\mathrm{j}X_{34}}\,;\ \sigma_2 = \frac{X_{12}+x_{22}}{X_{12}} \qquad (18)$$
$$\overline{c}_2 = \frac{\mathrm{j}X_{12}+\overline{z}_{22}}{\mathrm{j}X_{12}}\,;\ \overline{c}_4 = \frac{\mathrm{j}X_{34}+\overline{z}_{44}}{\mathrm{j}X_{34}}\,;\ \sigma_3 = \frac{X_{34}+x_{33}}{X_{34}}$$

De asemenea facem notațiile :

$$\overline{A} = \overline{z}_{44} + \mathrm{j}\overline{c}_4 x_{33}\,; \qquad \overline{C} = \overline{z}_{11} + \overline{c}_1\,\overline{z}_{22}\,;$$
$$\overline{B} = \overline{z}_{44} + \overline{c}_4\,\overline{z}_{33}\,; \qquad \overline{D} = \overline{z}_{11} + \mathrm{j}\overline{c}_1 x_{22}\,;$$
$$\overline{N} = \overline{A}\,\overline{D}v^2 - \overline{B}\overline{C} \qquad (19)$$

Impedanțele notate cu litere mici corespund rezistențelor și reactanțelor de scăpări ale înfășurărilor.

În acest caz tensorul de admitanță este :

$$\|\overline{Y}\| = \frac{1}{\overline{N}} \begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & \sigma_2\overline{A}-\overline{c}_2\overline{B} & \overline{B} & \mathrm{j}v\overline{A} & \mathrm{j}vr_{33} \\ 2 & \overline{B}-v^2\overline{A} & -\overline{c}_1\overline{B} & -\mathrm{j}\,\overline{c}_1 v\overline{A} & -\mathrm{j}\,\overline{c}_1 v r_{33} \\ 3 & \mathrm{j}\overline{c}_4 v r_{22} & \mathrm{j}\,\overline{c}_4 v\overline{D} & -\overline{c}_4\overline{C} & \overline{C}-v^2\overline{D} \\ 4 & -\mathrm{j}\,v\,r_{22} & -\mathrm{j}\,v\overline{D} & \overline{C} & \sigma_3\overline{D}-\overline{c}_3\overline{C} \end{array} \qquad (20)$$

Cu ajutorul relației :

$$\|\overline{I}\| = \|\overline{Y}\| \cdot \|\overline{U}\| \qquad (20')$$

se pot calcula curenții.

2. *Calculul curenților.* Vectorul tensiunilor este :

$$\| \overline{U} \| = \begin{array}{c|c} 1 & 0 \\ \hline 2 & U \\ \hline 3 & \mathrm{j}U \\ \hline 4 & 0 \end{array} \qquad (21)$$

După relația (20′) rezultă curenții :

$$\begin{aligned} \overline{I}_1 &= \frac{U}{N}(\overline{B} - v\overline{A}) \\ \overline{I}_2 &= \frac{U}{N}\overline{c}_1(-\overline{B} + r\overline{A}) \\ \overline{I}_3 &= \frac{U}{N}\mathrm{j}\overline{c}_4(v\overline{D} - \overline{C}) \\ \overline{I}_4 &= \frac{U}{N}\mathrm{j}(-v\overline{D} + \overline{C}) \end{aligned} \qquad (22)$$

nu mai sînt necesare transformări suplimentare pentru a trece de la curenții din reperul cvasiholonom la curenții modulați [5], permite să se construiască schema echivalentă a mașinii.

Adunînd linia a treia înmulțită cu $-\mathrm{j}$ a vectorului tensiunilor la linia a doua, și apoi adunînd linia a doua înmulțită cu $-\mathrm{j}$ la linia a treia, și împărțind cu doi, se obține :

$$\| U \| = \begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline U \\ \hline 0 \\ \hline 0 \\ \hline \end{array}$$

Efectuînd aceleași operații asupra membrului drept al ecuației de funcționare a mașinii, și scriind toate reactanțele raportate la pulsația ω a rețelei de alimentare, se obține :

$$\begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline U \\ \hline 0 \\ \hline 0 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \frac{r_{11}}{s} + \mathrm{j}X_{11} & \mathrm{j}X_{12} & 0 & 0 \\ \hline \mathrm{j}X_{21} & r_{22} + \mathrm{j}X_{22} & -r_{33} - \mathrm{j}X_{33} & -\mathrm{j}X_{34} \\ \hline \mathrm{j}X_{12} & \frac{r_{22}}{2s-1} + \mathrm{j}X_{22} & \frac{r_{33}}{2s-1} + \mathrm{j}X_{33} & \mathrm{j}X_{34} \\ \hline 0 & 0 & \mathrm{j}X_{43} & \frac{r_{44}}{s} + \mathrm{j}X_{44} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \frac{1}{2}\overline{I}_1 \\ \hline \frac{1}{2}\overline{I}_2 \\ \hline \frac{1}{2}\mathrm{j}\overline{I}_3 \\ \hline \frac{1}{2}\mathrm{j}\overline{I}_4 \\ \hline \end{array} \qquad (24)$$

3. *Expresia cuplului.* Tensorul de cuplu este [2] :

$$\| G \| = \begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 2 & 0 & 0 & X_{23} & X_{24} \\ \hline 3 & -X_{31} & -X_{32} & 0 & 0 \end{array}$$

În matricia de mai sus, reactanțele sînt raportate la pulsația ω.

Cuplul este dat de relația :

$$M = \mathrm{Re}\,[\| \overline{I}_t^* \| \times \| G \| \times \| \overline{I} \|].$$

Efectuînd calculele se obține pentru expresia cuplului și unități relative :

$$\widetilde{M} = \mathrm{Re}\,[X_{34}\overline{I}_2^*(\overline{I}_3 + \overline{I}_4) - X_{12}\overline{I}_3^*(\overline{I}_1 + \overline{I}_2)]. \qquad (23)$$

Expresiile astfel obținute pentru curenți și cuplu sînt însă greoaie în calcule și de aceea nu merită să fie utilizate decît în cazuri excepționale.

4. *Stabilirea schemei echivalente.* Studiul funcționării în asincron al mașinii sincrone, devine însă mult mai simplu dacă se construiește schema echivalentă a mașinii. Spre deosebire de lucrarea [5], noi am adoptat un reper cvasiholonom, solidar cu armătura nesimetrică, lucru care în afară că ușurează calculele, întrucît

Ecuației matriciale (24) îi corespunde schema echivalentă din fig. 4.

Astfel, cu ajutorul calculului matricial se regăsește destul de ușor schema echivalentă a mașinii sincrone cu poli aparenți funcționînd în asincron [9]. Pornind de la schema echiva-

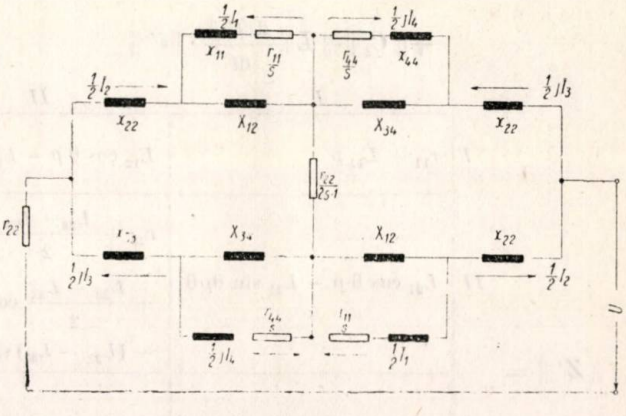


Fig. 4. Schema echivalentă a mașinii sincrone cu poli aparenți la funcționarea în asincron.

lentă se poate determina destul de ușor caracteristica mecanică după cum se indică în lucrarea [8].

În cazul mașinii asincrone cu rotor monofazat se poate construi analog schema echivalentă și se pot regăsi ușor rezultatele din lucrările [6], [7].

III. Funcționarea mașinii de curent alternativ cu dublă alimentare, raportată la un reper holonom

1. *Determinarea tensorului de impedanță.* Utilizarea reperului holonom, deși în multe cazuri complică stabilirea tensorului de impedanță, are însă avantajul că, în acest reper, curenții sînt chiar cei adevărați care trec prin bobinaje, atît pentru stator, cît și pentru rotor. Fie $\| Z \|$ tensorul de impedanță în reperul cvasiholonom, atunci în același reper ecuația de funcționare a mașinii este :

$$\| u \| = \| R \| \cdot \| i \| + \| L \| \frac{\mathrm{d} \| i \|}{\mathrm{d}t} + \| G \| \cdot \| i \| \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}$$

sau

$$\| u \| = \| Z \| \cdot \| i \|. \tag{25}$$

Din fig. 3 în care se arată sensul de rotație și axele adoptate, rezultă că matricea de transformare de la reperul cvasiholonom, la cel holonom este :

$$\| C' \| = \begin{array}{c|cccc} & I & II & III & IV \\ \hline 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ 3 & 0 & \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \tag{26}$$

deci avem : $\| i \| = \| C' \| \cdot \| i' \|$

și, deci, ecuația (25) devine :

$$\| C_t \| \cdot \| u \| = \| C_t \| \cdot \| R \| \cdot \| C' \| \cdot \| i' \| + \| C_t \| \cdot \| L \| \cdot \| C' \| \frac{\mathrm{d} \| i' \|}{\mathrm{d}t} + \| C_t \| \cdot \| G \| \cdot \| C' \| \cdot \| i' \| \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} + \| C_t \| \cdot \| L \| \frac{\mathrm{d} \| C' \|}{\mathrm{d}t} \cdot \| i' \|$$

sau :

$$\| C_t \| \cdot \| u \| = \| C_t \| \cdot \| Z \| \cdot \| C' \| \cdot \| i' \| + \| C_t \| \cdot \| L \| \left[\frac{\mathrm{d} \| C' \|}{\mathrm{d}t} \right] \cdot \| i' \| \tag{27}$$

Dacă facem notațiile :

$$\| C_t \| \cdot \| u \| = \| u' \| ; \quad \| C_t \| \cdot \| L \| \cdot \frac{\mathrm{d} \| C' \|}{\mathrm{d}\theta} = \| V \|$$

ecuația (27) devine : (27′)

$$\| u' \| = \| C_t \| \cdot \| Z \| \cdot \| C' \| \cdot \| i' \| + \| V \| \cdot \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} \cdot \| i' \| \tag{28}$$

Rezultă că tensorul de impedanță din noul reper este :

$$\| Z' \| = \| C_t' \| \cdot \| Z \| \cdot \| C' \| + \| V \| \cdot \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}. \tag{29}$$

Mărimea $\| V \|$ se numește prin analogie cu calculul tensorial, tensorul lui Christoffel al tensiunilor.

Din relațiile (26), (28) și (29) apare clar, că în cazul mașinilor electrice datorită apariției tensorului lui Christoffel este neapărat necesară postularea invarianței puterii și nu se poate admite postularea transformării liniare a ecuațiilor, lucru care se poate face la studiul rețelelor.

Efectuînd calculele indicate de relația (29) și ținînd seamă de relațiile (15) se obține relația (30).

Dacă se desfășoară ecuația matricială :

$$\| u' \| = \| Z' \| \cdot \| i' \|$$

unde matricea $\| u' \|$ reprezintă tensiunile aplicate mașinii, iar matricea $\| Z' \|$ este dată de relația (30), se regăsesc ecuațiile date în lucrarea [3].

Determinarea tensorului de impedanță pentru cazul mașinii asincrone simetrice. În cazul mașinii asincrone simetrice obișnuite avem :

$$L_{12} = L_{21} = L_{34} = L_{43} = M ; \quad L_{11} = L_{44} = L_r ;$$
$$r_{22} = r_{33} = r_s ; \quad L_{22} = L_{33} = L_s ; \quad r_{11} = r_{44} = r_r$$

$$\| Z' \| = \begin{array}{c|cccc} & I & II & III & IV \\ \hline I & r_{11} + L_{11} p & L_{12} \cos\theta\, p - L_{12} \sin\theta p\theta & -L_{12} \sin\theta\, p - L_{12} \cos\theta p\theta & 0 \\ II & L_{21} \cos\theta\, p - L_{21} \sin\theta p\theta & r_{22} + \frac{L_{22} + L_{33}}{2} p + \frac{L_{22} - L_{33}}{2} \cos 2\theta\, p - (L_{22} - L_{33}) \sin 2\theta\, p\, \theta & \frac{L_{33} - L_{22}}{2} \sin 2\theta p + (L_{33} - L_{22}) \cos 2\,\theta\, p\, \theta & L_{34} \sin\theta\, p + L_{31} \cos\theta p\theta \\ III & -L_{21} \sin\theta p - L_{21} \cos\theta p\theta & \frac{L_{33} - L_{22}}{2} \sin 2\theta\, p + (L_{33} - L_{22}) \cos 2\theta p\theta & r_{22} + \frac{L_{22} + L_{33}}{2} p + \frac{L_{33} - L_{22}}{2} \cos 2\,\theta\, p - (L_{33} - L_{22}) \sin 2\,\theta\, p\, \theta & L_{34} \cos\theta\, p - L_{34} \sin\theta p\theta \\ IV & 0 & L_{43} \sin\theta\, p + L_{43} \cos\theta\, p\theta & L_{43} \cos\theta\, p - L_{43} \sin\theta\, p\, \theta & r_{44} + L_{44} p \end{array} \tag{30}$$

și aplicînd teorema dată în lucrarea [2, 181] se obține :

$$\|Z'\| = \begin{array}{c|cc} & r & s \\ \hline r & r_r + L_r p & Mpe^{-j\theta} \\ s & Mpe^{j\theta} & r_s + L_s p \end{array} \qquad (31)$$

Efectuînd transformarea dată în lucrarea [2, 187]

$$\|Z''\| = \|C_t\| \cdot \|Z'\| \cdot \|C\|$$

unde

$$\|C\| = \begin{array}{c|cc} & s & r \\ \hline s & 1 & 0 \\ r & 0 & e^{-j\theta} \end{array}$$

se obține în regim staționar matricea de impedanță a mașinii asincrone sub forma obișnuită :

$$\|\overline{Z}\| = \begin{array}{c|cc} & s & r \\ \hline s & r_s + j\,X_s & j\,X_m \\ r & j\,X_m & \dfrac{r_r}{s} + j\,X_r \end{array} \qquad (32)$$

Se vede că studiul unei mașini electrice, într-un reper holonom, este în general mai dificil, iar formulele mai complicate decît în cazul reperului cvasiholonom convenabil ales.

Concluzii

1. Este recomandabil să se adopte pentru studiul unei mașini electrice, un reper cvasiholonom deoarece se obțin calcule mult mai simple decît în cazul reperului holonom.

2. Cînd se adoptă un reper cvasiholonom, se vor lua axele de referință solidare cu armătura nesimetrică, calculele fiind în acest caz mai simple.

3. Utilizarea ecuației generale de funcționare a unei mașini fără colector după părerea noastră, este convenabil să se facă fără a utiliza noțiunea de perii fictive.

4. Tensorul de impedanță permite uneori interpretări mai simple decît metodele obișnuite de calcul.

Bibliografie

[1] Antoniu I. S.: *Chestiuni speciale de electrotehnică* Ed. Academiei R.P.R., 1956.

[2] Antoniu I. S.: *Introducere în aplicarea calculului matricial la studiul circuitelor electrice.* Ed. Academiei R.P.R., 1953.

[3] Costenco M. P.: *Electriceschie mașini.* Speţialnaia ciast. Gosenergoizdat, 1949.

[4] Kucera J.: *Les repères tournants dans l'analyse tensorielle des machines électriques.* Rev. Gen. Electr., **61** (1952) 7, 325—338.

[5] Kucera J.: *Le démarrage asynchrone des moteurs synchrones à poles saillants,* Rev. Gén. Electr., **64** (1955) 9, 433—454.

[6] Nicolaide A. C.: *Calculul cuplului la motoare asincrone în regim dezechilibrat.* Probleme și realizări electrotehnice A.S.I.T., Craiova 1956, p. 72—73.

[7] Nicolaide A. C.: *Mașini asincrone cu circuitul secundar nesimetric.* Electrotehnica, **4** (1956) 12, 545—550.

[8] Sand M. și Nicolaide A. C.: *Asupra calculului caracteristicilor de pornire ale motoarelor sincrone.* Studii și realizări electrotehnice, Inst. Tehnic Craiova, 1957, p. 191—199.

[9] Tolmaci I. M.: *Rascet puscovih haracteristic sinhronih dvigatelei po sheme zameşcenia.* Electricestvo, (1956) 1, 32—35.

Intrat în redacție la 14-I-1958.

Referate

Mașini electrice

CZ 621.313-004

În problema duratei de viață a mașinilor electrice. [După R. Wessel: *Elektrotechnik Würzburg,* **38** (1956), 42, 366—367, 1 fig.]

Se poate defini ca durată a vieții unei mașini, timpul de la punerea ei în exploatare, pînă cînd ea devine de neutilizat. Pentru a se ajunge la o durată de viață favorabilă este necesar ca materialele izolante folosite să fie de bună calitate și să nu se deterioreze. Din aceste considerații s-a introdus, la alcătuirea prescripțiilor pentru transformatoare mici, o probă scurtă pentru verificarea duratei de viață. Transformatoarele funcționează 240 de ore cu anumite întreruperi prescrise, la o temperatură mult peste limita normală de temperatură. Nu trebuie să apară la sfîrșitul probei nici un fenomen care să pericliteze mediul înconjurător. Aceste considerente pot fi transpuse și asupra mașinii electrice normale, cu adaptările necesare. Chiar la stabilirea claselor de izolație pe baza rezistenței termice a fost luat în considerație criteriul duratei de viață, socotindu-se, în general, convenabilă o durată de viață de 15—20 ani. În definitiv este convenabilă acea durată a vieții unei mașini care, luînd în considerație toți factorii, este cea mai economică. Se citează regula lui Montsinger, după care se produce o înjumătățire a duratei pe viață a unei mașini, dacă încălzirea medie crește cu 8°C. Se demonstrează că dintre două mașinii, cea cu durata de viață mai lungă este cea mai economică, chiar dacă inițial ea a costat mai scump, deoarece se presupune că o mașină mai scumpă este construită dintr-un material mai scump. Înainte de orice, durata de viață a unei mașini depinde de mărimea și de variația în timp a sarcinii, deci de felul de exploatare. Mult mai multe mașini ies definitiv din funcțiune pentru diferite erori de montaj sau pentru exploatare greșită decît din cauza îmbătrînirii izolației. Dar din cauză că îmbătrînirea izolației prin încălzire a putut fi mai bine studiată, acesta a fost criteriul adoptat pentru aprecierea duratei de viață.

A. S.

CZ 621.313.362 : 621.316.788.5

Motoarele trifazate în derivație pentru reglajul turației. III. Motoarele trifazate în derivație cu alimentare statorică. [După J. Trassl: *Elektrotechnik Würzburg,* **38** (1956) 37/38, 340÷343, 6 fig.]

[Execuția motoarelor cu colectorul cu o singură cale este limitată la tipul cu patru poli pînă la o putere de circa 15 kW. Execuția cu colectorul cu două căi este folosită pînă la puteri de circa 250 kW. Puterile mai mari sînt rezervate motoarelor trifazate în derivație cu alimentare statorică, ce pot fi construite și pentru legare directă pe înaltă tensiune (6kV). Principiul de funcționare al motoarelor trifazate în derivație cu alimentare statorică coincide cu cel al motoarelor cu alimentare rotorică; motorul cu alimentare statorică este o mașină de inducție pe a cărei tensiune secundară se suprapune o tensiune contrară de mărime reglabilă și frecvență corespunzătoare, pentru a se ajunge la o anumită turație rotorică. Ca înfășurare primară se conectează la rețea înfășurarea statorică; ca înfășurare secundară funcționează înfășurarea rotorică, care corespunde execuției rotorului de curent continuu și este prevăzută cu colector. Periile sînt

trifazate sau hexafazate. Se utilizează, în special, construcţia cu perii fixe şi regulator rotativ dublu separat, precum şi o variantă cu perii cu deplasare forţată, înfăşurare auxiliară statorică şi regulator de inducţie simplu. În continuare se descrie modul de funcţionare. Se studiază apoi regulatorul de inducţie. Acesta este, în principiu, un motor de inducţie oprit prin frînare, care reprezintă în realitate un transformator ale cărui înfăşurări pot fi rotite una faţă de alta, indiferent care din ele putînd fi primarul sau secundarul. Pentru execuţia monofazată se poate varia tensiunea indusă în secundar ca la un variometru prin variaţia unghiului (variaţie cosinusoidală). La execuţia polifazată se produce un cîmp învîrtitor. Tensiunea secundară variază doar ca fază, nu şi ca mărime. De aceea se introduce o tensiune auxiliară alternativă de aceeaşi frecvenţă. Cuplînd două asemenea sisteme se obţine regulatorul rotativ dublu, a doua tensiune secundară jucînd rolul tensiunii auxiliare de mai sus. Se descrie în continuare două variante constructive : motorul trifazat în derivaţie cu alimentare statorică cu regulator de inducţie separat şi cu regulator de inducţie simplu.

A. S

Linii electrice

CZ 621.315.052.332 : 621.3.015

Supratensiuni staţionare în reţele de transport cu punct neutru izolat. Organizarea punctului neutru. [După Paul Dimo, *Rev. Gen. Electr.* (1957), nr. 6, 297–307].

Acest studiu arată concluzii în legătură cu organizarea punctului neutru şi determinarea prin calcul a supratensiunilor staţionare. După ce se demonstrează că supratensiunea staţionară cea mai importantă în reţelele de înaltă tensiune cu ventil izolat provenită din „auto-excitaţia" generatoarelor, nu este datorită „arcului intermitent" aşa cum se crede azi, se stabilesc formule de determinare a posibilităţilor de apariţie a acestei supratensiuni.

Pe baza acestor formule se poate calcula locul şi momentul cînd pot apare asemenea supratensiuni la punerea la pămînt a unei faze, şi se poate verifica alegerea făcută pentru tratarea neutrului. Studiul arată şi încercările făcute la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. prin care s-au verificat atît teoria generală cît şi formulele de calcul stabilite.

P. D.

CZ 621.316.842

Calculul rezistenţelor ohmice ale conductoarelor răsucite multifilare. [După G. P. Delektorski : *Vestn. Electroprom.* **28**(1957) 8,32 – 35.]

Metodele cunoscute folosite la calculul rezistenţelor conductoarelor şi cablurilor, sînt juste numai pentru conductoarele pline de formă cilindrică. La calculul rezistenţelor active ale conductoarelor din fire separate, unii autori admit folosirea formulelor pentru conductoarele pline cu introducerea unor coeficienţi de corectare funcţie de numărul firelor. Autorul articolului consideră că această metodă nu este justă, în sensul că dă valori ale rezistenţelor active diferite de cele măsurate. Se prezintă metodica de calcul pentru o plajă de frecvenţe între 10^2 şi 10^{10} Hz. Se dau rezultatele măsurătorilor şi calculelor rezistenţei unor cabluri concentrice, confirmîndu-se eficacitatea metodicii de calcul. Se arată că mărirea rezistenţei conductoarelor răsucite din cauza efectului de suprafaţă depinde numai de frecvenţă şi de diametrul firelor periferice.

A.B.

CZ 621.315.2

Stadiul tehnicii cablurilor şi perspectivele ei de dezvoltare în legătură cu noile materiale. [După Pohler G. : *Dtsch. Elektrotechn.*, **11**(1957)9,431–433]

În articol se arată stadiul actual al tehnicii cablurilor în ce priveşte fabricarea lor, ca urmare a aplicării noilor materiale. În ultimii ani au apărut sîrme de bobinaj izolate cu mase plastice, folosite la motoarele pompelor submarine. Tendinţa actuală constă în realizarea unor izolaţii care să permită funcţionarea bobinajului la temperaturi cît mai înalte. În ce priveşte conductele izolate, policlorura de vinil este utilizată pe scară din ce în ce mai mare chiar şi în curent continuu. Interesantă este utilizarea unei compoziţii noi de cauciuc, drept conductor pentru încălzirea încăperilor.

Masele plastice sînt aplicate la cabluri atît ca izolant (pînă la 10 kV, policlorură de vinil, peste această tensiune-polietilenă) cît şi pentru fabricarea mantalei. La cabluri de telecomunicaţie şi de înaltă frecvenţă, cablarea în straturi concentrice s-a înlocuit cu cea în mănunchiuri. Prin folosirea stiroflexului în locul hîrtiei s-a putut dubla numărul de convorbiri simultane. În articol se mai dau o serie de detalii care lămuresc deplin fiecare aspect al problemei cablurilor de curenţi tari şi slabi.

A.C.

Acumulatoare electrice

CZ 621.355.035.23/24

Recondiţionarea plăcilor negative ale acumulatoarelor. [După Belov E. P. : *Electricescaia i teplovoznaia tiaga*, (1957) 6,33 – 34]

Bateriile de acumulatoare cu plăci de plumb care lucrează în paralel cu generatorul electric într-o instalaţie energetică funcţionează intermitent. Descărcările acumulatoarelor sînt superficiale şi de scurtă durată — ceea ce duce la aglomerarea particulelor de plumb pe plăcile negative şi deci o micşorare a capacităţii bateriei.

În articol se descrie o metodă de recondiţionare a plăcilor negative. Astfel plăcile deteriorate se scot din baterie şi formează cu alte plăci pozitive o baterie în care se toarnă electrolit cu densitatea 1,24. După 3–4 ore se descarcă bateria pînă la zero. După o pauză de 3 ore se face schimbarea polilor, cu un curent de 5 A timp de 10–12 ore. În acest timp temperatura electrolitului creşte repede dar nu trebuie să depăşească 40°C. Operaţia de schimbare a polilor se consideră terminată dacă mai mult de 50% dintre pilele bateriei au atins şi îşi menţin o tensiune de 1,4 pînă la 1,6 V timp de 5 la 10 s. După 4 ore bateria se descarcă la un curent de 9,3 A pînă la 0. Din acest moment bateria se consideră recondiţionată şi poate fi încărcată ca orice baterie nouă. Practica a arătat că acumulatoarele recondiţionate astfel funcţionează satisfăcător, mărindu-şi în acelaşi timp durata de exploatare în medie cu 30%.

A.C.

Sudură electrică

CZ 621.711.735/736

Maşină cu condensator pentru sudura cu contact prin puncte de tipul MTK—2. [După B. V. Kovrov şi D. S. Faigenbaum : *Vestn. Electroprom.* **28** (1957) 7, 55 – 57].

Sudarea prin contact a pieselor de mică grosime găseşte o largă întrebuinţare în industria constructoare de aparate. Înlocuirea lipirii cu sudura prin contact, aduce o serie de avantaje de ordin tehnico-economic şi anume : măreşte productivitatea muncii, îmbunătăţeşte condiţiile de muncă ale muncitorilor, uşurează introducerea mecanizării şi automatizării producţiei şi economiseşte cantităţi importante de cositor. Un mijloc perfecţionat de obţinere a unor suduri de calitate la piese de grosimi mici este maşina de sudat cu condensator de tip MTK, destinată să sudeze piese metalice cu grosimi de la 0,1 + 0,1 mm la 0,3 + 0,3 mm. Sudura se efectuează datorită energiei înmagazinate în condensatoare în timpul pauzelor dintre suduri. Condensatoarele se descarcă pe bobinajul primar al transformatorului coborîtor, bobinajul secundar fiind conectat în circuitul de sudură. Curentul maxim de încărcare 4 A ; tensiunea la bornele condensatoarelor 500 V ; capacitatea condensatoarelor minimă : 25 μF ; maximă 500 μF ; efortul la electrozi 5 kg ; cursa de lucru a electrozilor ; în funcţionare automatizată 5 mm, în funcţionare neautomatizată 20 mm.

Schema de acţionare comandă următorul ciclu al maşinii : încărcarea condensatoarelor, coborîrea şi strîngerea electrozilor, descărcarea condensatorrelor asupra bobinajului primar al transformatorului (sudura), desfacerea şi ridicarea electrozilor, schema de acţionare a electrozilor permite variaţia vitezei de lucru a maşinii în limitele a 20 — 90 cicluri pe minut şi de asemenea funcţionarea în regim neautomatizat. Durata ciclului este comandată de releul electronic de timp şi poate fi variat în limitel 0,7 – 3 s.

B.A.

MŰSZAKI EGYETEM 1865

SOMMAIRE

CD 621.313.333.2.012

Corlăţeanu V., Murgu Z. et Ştirbu V. :

Le diagramme du courant des moteurs asynchrones en court-circuit

Electrotehnica, **6**(1958)2, 33

Les auteurs présentent les diagrammes du courant des moteurs en court-circuit à cage d'écureil (à cage simple, double et à barreaux hauts)d'après B. I. Kuznetzov ,R. Macchi et d'après une nouvelle méthode qui demande un essai en charge à tension réduite. On vérifie expérimentalement les trois diagrammes et l'on trouve que la nouvelle méthode est d'une application plus facile que les autres, tout en restant suffisamment exacte.

CD 621.313.333.002

Crişan I. :

Sur l'état actuel de la technologie de fabrication des moteurs asynchrones

Electrotehnica, **6**(1958) 2, 42

L'article passe en revue l'état actuel de la technologie de fabrication appliquée dans les grandes usines specialisées en électromoteurs de 0,6 à 10 kW. On présente d'abord les caractéristiques générales du flux de fabrication, on analyse les méthodes modernes de fabrication des tôles et d'assemblage des noyaux magnétiques, on décrit l'organisation des travaux de bobinage et l'on donne des indications sur la technologie actuelle des pièces usinées en utilisant des machines-outils spécialisées et des lignes automatiques. On décrit la technologie d'assemblage sur bande et l'on mentionne brièvement quelques méthodes modernes de contrôle qualitatif de grande productivité; on indique quelques nouveaux procès technologiques pour la fabrication des outils de découpage combinés.

CD 621.313.322.045.53

Birgăuanu M. :

L'utilisation des enroulements sinusoïdaux triphasés symétriques pour génératrices synchrones

Electrotehnica, **6**(1958) 2, 60

Après un bref exposé des méthodes classiques utilisées à fin de rendre sinusoïdales les tensions des génératrices synchrones, on présente une intéréssante méthode utilisée à la construction de la génératrice à tension sinusoïdale calculée par l'auteur. On présente les résultats obtenus à la plateforme d'essais.

CD 621.313.32.001 : 512.972

Nicolaide A. :

La théorie du fonctionnement asynchrone des machines synchrones présentée á l'aide de l'analyse tensorielle

Electrotehnica, **6**(1958) 2, 66

On indique un procédé pour établir l'équation matricielle de fonctionnement d'une machine électrique sans collecteur. L'équation matricielle de fonctionnement de la machine synchrone avec amortisseurs dans les deux axes est établie soit pour un repère holonome, soit pour un repère quasiholonome, en soulignant les avantages de ce dernier. On examine le problème du démarrage asynchrone du moteur synchrone et on détermine l'expression des courants et du couple. En partant de l'expression du tenseur impédance, on établit à la fin le schéma équivalent de la machine synchrone pour le fonctionnement asynchrone.

ELECTROTEHNICA GENERALĂ 621.30

Dahlgren F.: CZ 621.2.013:621.3.081

Raţionalizarea în electromagnetism şi electrostatică. Acta Polytehnica, Electr. Engrs. Series **7** (1957) 7, 13.

Burgsdorf V. V., Meikoper A. S.: CZ 621.3

Cercetări asupra unei deseăreări de şoc de putere în aer la presiune atmosferică. Electricestvo, (1957) 12,3.

MAŞINI ELECTIRCE 621.313

Osc K.: CZ 621.316.925.44:621.313.13

Probleme şi limite ale releelor termice pentru protecţia motoarelor. Elektro-Welt (1957) 16,3.

Balagurov V. A.: CZ 621.43.044.2

Caracteristici speciale ale fenomenelor de deseăreări în magnetourile de tractor. Electricestvo (1957) 12,5.

Forkmann H.: CZ 321.313.045:536.2

Conductibilitatea termică rezultantă a înfăşurărilor din sîrmă rotundă cu izolaţie de lac. Dtsch. Elektrotechn. supl. Elektrofertigung, **11** (1957) 12, 533—536.

Prantl E.: CZ 061.64(436.14).055.1:621.313.016.1.621.313(047.3

Metodă îmbunătăţită pentru determinarea momentelor de pornire ale maşinilor electrice. Elektrotechn. u Maschbau **74** (1957) 23, 538, 1. fig.

TRANSFORMAREA ENERGIEI ELECTRICE 621.314

Panton J. E.: CZ 621.314.23

Asimetria magnetizării în transformatoarele trifazate cu miez. Electrical Energy, **1** (1957) 11, 330—336 şi 12, 337—384.

Genesio, Corrado: CZ 512.99: 538.552

Diagrame pentru calculul cu componente simetrice. Elettrotecnica **44** (1957) 10,601—605, 6 fig.

Christl H.: CZ 621.314.21.013.5.04

Calculul dispersiei cu ajutorul energiei magnetice în transformatoare. Elektrotechn u. Maschbau, **74** (1957) 23, 529—534, 2 f .

Kratochwil V.: CZ 621.314.23

Transformatoare cu izolaţie în trepte. Elektrotechnik, **12** (1957) 11, 348—353.

Hrbek B, Kopecek J.: CZ 621.314.2;621.316.313

Modelul electromagnetic al unui transformator pentru tensiuni foarte înalte. Elektrotechn. Obzor **11** (1957) 11, 555—559

Kopecek J. CZ 621.314.224.8.017.7

Determinarea prin calcul a caracteristicii de supraintensitate pentru un reductor de intensitate de măsură. Elektrotechn. Obzor, **11** (1957) 11, 559—564.

Dallenbach, W.: CZ 621.314.6

Schema trifazată de redresare în punte Graetz cu bobine de şoc cu miez premagnetizat în curent continuu, ca reactanţe de dispersie. Arch. f. Elektrotechn. **43** (1957) 5, 303—320, 32 fig., 3 ref.

* * * CZ 621.314.2

Progrese în proiectarea radiatoarelor transformatoarelor. Aplicaţii ale asamblărirlor din foi de oţel sudate. Electrical Times, **132** (1957) 3428, 129—131, 7 fig.

Sharpley W. A. and *Oldfield J. V.*: CZ 621.314.2

Proiectarea transformatoarelor mari de forţă cu ajutorul maşinilor electronice de calcul. Electrical Review **161** (1957) 23, 1033—1035, 3 fig. 1 tab.

TRANSMISIUNEA ENERGIEI ELECTRICE. CABLE 621.315

Neunteufel A.: CZ. 621.315.62

Izolatoare de porţelan hidrofobe. Elektrotechn. Z. — B, **9** (1957) 12, 491—492, 5 fig. 7 ref.

Ragos M.: CZ 621.115.2

Cabluri pentru transport de energie electrică în curent continuu Elektrotechn. Obzor **11** (1957) 11, 589—596.

DISTRIBUTIA ŞI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. DISPOZITIVE DE PROTECTIE 621.316

Frenken H.: CZ 621.316.925.089.6 :621.313.13

Etalonarea automatelor pentru protecţia motoarelor electrice. Electrotechn. u. Maschbau, **74** (1957) 23, 523—529, 12 fig., 6 ref.

Harak B.: CZ 621.316.265

Automate electromagnetice de joasă tensiune. Elektrotechnik, **12** (1957) 11, 355—356.

TEHNICA MASURATORILOR ELECTRICE 621.317

Pianto L.: CZ 621.317.781.025

Funcţionarea contoarelor de inducţie la sarcini variabile. Energia Elettrica, **34** (1957) 11, 1077—1086, 18 fig. 3 ref.

Lynch A. C. CZ 621.317.385.3

O metodă pentru măsurarea precisă a permitivităţii epruvetelor în foi. Proc. Inst. electr. Engrs. **104** (1957) 16, 359—362, 2 fig. 1 tab. 4 ref.

Wellauer M.: CZ 621.317.333.8 :621.314.21

Citeva consideraţii asupra rezistenţei la impuls de tensiune a transformatoarelor. Bull ASE, **48** (1958) 18, 813—835.

Ganger B.: CZ 621.317.333.7

Metode de măsură la încercarea de impuls de tensiune. Bull. ASE **48** (1957) 18, 809—813.

Kern B.: CZ 621.317.333.8

Despre pătrunderea tensiunii de şoc în înfăşurările maşinilor electrice. Elektrotechn. Z.—A, **78** (1957) 23, 849—859, 19 fig. 3 tab. 7 ref.

Reinert W.: CZ 621.317.753 :53.082.78

Oscilograful cu bandă magnetică. Elektrotechn. Z.—B, **9** (1957) 12, 493—498, 15 fig. 8 ref.

Frost W.: CZ 621.317.31.028.3

Despre tehnica măsurii rezistenţelor mari. Elektronik, **6** (1957) 8, 231—238.

Sedovic J.: CZ 621-217.331

Diferite moduri de montare a electrozilor pentru măsurarea rezistenţei de izolaţie, internă şi de suprafaţă. Elektrotechnik. **12** (1957) 11, 339—343.

CĂRŢI NOI

R. Grigorovici şi *M. Oncescu*

Mărimi şi unităţi în fizică, vol. II, original, nivel superior, pag. 432, preţ lei 25 exemplarul cartonat 1/2.

În acest volum se continuă studiul mărimilor şi al unităţilor la celelalte capitole din fizică : căldură şi termodinamică vibraţii şi unde, radiaţii, acustică, optică, fizică atomică nucleară. Se insistă asupra mărimilor fizico-fiziologice (acustică, fotometrie colorimetrie), prea puţin prezentate în tratatele generale.

P. L. Kalantarov şi *L. Ţeitlin*

Calculul inductanţelor — Indreptar, traducere din limba rusă, nivel superior, pag. 320, preţ lei 17,50 exemplarul cartonat.

Sînt studiate problemele calculului inductanţelor, dîndu-se formule, tabele şi curbe atît pentru inductanţele proprii şi mutuale ale conductoarelor, cît şi pentru circuitele şi bobinele de diferite forme. Ilustrată cu exemple numerice, lucrarea se adresează inginerilor electricieni şi cercetătorilor ştiinţifici din specialitatea respectivă.

Prof. Ing. *Bănărescu M.* :

Motore cu ardere internă vol. I, original, nivel superior, pag. 528, preţ lei 24 exemplarul cartonat 1/2.

În acest volum sînt tratate : teoria proceselor de lucru a diferitelor tipuri de motoare cu ardere internă, producerea amestecurilor de aer şi combustibili, introducerea lor şi evacuarea gazelor arse. cum şi funcţionarea tuturor dispozitivelor ce au o legătură directă cu procesele enumerate.

În lucrare sînt date, de asemenea, numeroase exemple de calcul, strîns legate de materia tratată în acest volum.

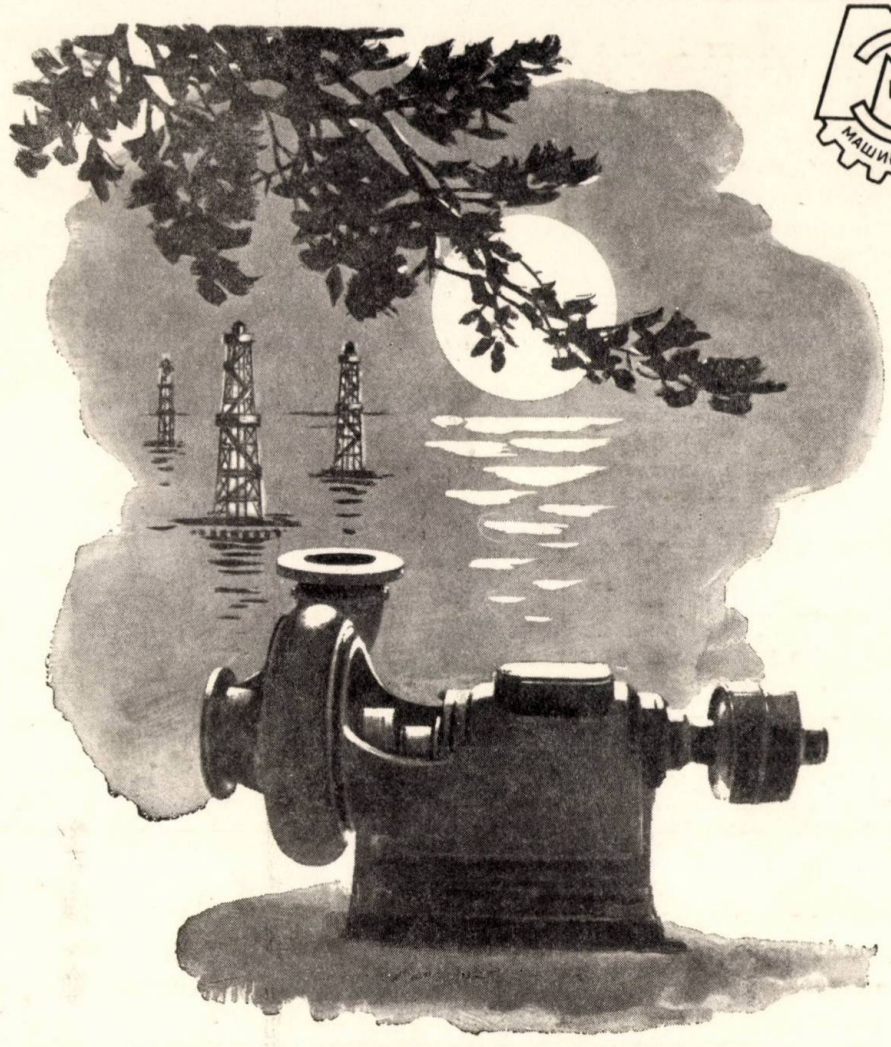
Lucrarea este destinată în special studenţilor institutelor politehnice, dar poate fi folosită şi de inginerii din producţie şi pe proiectanţi.

ERATĂ

In articolul : **Organizarea, domeniul şi unele rezultate ale lucrărilar de cercetare electrotehnică în R. P. Ungară**, de Dr. J, Urbánek, publicat în nr. 1, 1958 se vor face rectificările :

În locul legendei de la fig. 6 se va citi legenda de la fig. 7 şi invers.

La rubrica Recenzii, pag. 32, caloana doua, rîndul 6 de jos se va citi "unghiului α,, şi la rîndul 13 de jos se va citi „micilor deviaţii".



VSESOJUZNOE OBJEDINENIJE

„MACHINOEXPORT“

exportă :

INSTALAŢII DE POMPE :

- pompe
- centrifuge
- cu piston
- cu piston plonjor
- rotative
- de turbulenţă
- cu palete
- cu şurub
- de noroi
- rezistente la acizi
- speciale

In toate problemele de achiziţionare a utilajului, vă rugăm să vă adresaţi pe adresa :

V/O „MACHINOEXPORT“

SMOLENSKAYA—SENNAYA PLOSCHAD 32/34
MOSCOVA G-200

Adresa telegrafică : **MACHINOEXPORT** Moscova

exports :

PUMPING EQUIPMENT :

- pumps
- centrifugal
- reciprocating (piston pumps)
- plunger pumps
- rotary pumps
- turbulent pumps
- semi-rotary (vane) pumps
- screw pumps
- slush (scum) pumps
- acid-proof pumps
- special pumps

Please address all enquiries in connection with purchasing equipment to :

V/O „MACHINOEXPORT“

SMOLENSKAYA — SENNAYA PLOSCHAD 32/34
MOSCOW G-200

Cable address : **MACHINOEXPORT** Moscow

E 2040

REFERALA

KAT

ELECTROTEHNICA

3

Electrotehnica — București

Anul 6 ★ nr. 3 ★ martie 1958

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, p of. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, conf. ing. D. DAMSKER, laureat, al premiului de Stat, conf. ing. ST. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R. laureat al Premiului de Stat.

Către cititorii noștri

Urmărind îmbunătățirea continuă a conținutului și a formei revistei noastre, Comitetul de redacție a luat numeroase măsuri, al căror scop este de a face revista mai utilă, mai documentată și mai atrăgătoare masei cititorilor. Unele din aceste măsuri necesită explicații și o îndrumare pentru a asigura o întrebuințare rațională a revistei. Unele explicații se dau mai jos, iar pentru informații de detaliu rugăm pe cititorii noștri să se adreseze direct redacției revistei noastre.

Revista are următoarele părți : partea de fond, partea documentară și inseratele.

1. Partea de fond *conține : articole, note discuții, referate, recenzii, norme și standarde și cronica. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică și o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detașeze și să se lege formînd colecția revistei.*

1.1. Articole. *Articole de fond privind tuări de poziții, comentarii față de evenimente politice, economice și tehnice de importanță mare.*

Articolele tehnico - științifice, tehnico - economice sau tehnologice (4— 6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză, se publică în condițiile comunicate autorilor pe prima contrapagină a numerelor revistei din anul 1957. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacțională destinată a situa articolul în tematica revistei și în problematica actuală a domeniului, cu sublinierea importanței sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a ușura regăsirea unui articol într-o colecție de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care împreună cu fișele documentare ale sumarelor în limba română și în patru limbi străine permit identificarea obiectului articolelor și pentru cititorii străini care nu cunosc limba română.

În același timp sumarele pe fișe (v. mai jos) și tablele de materii anuale, pe 5 ani etc. dau posibilitatea regăsirii ușoare a unui articol în colecție.

1.2. Notele *sînt expuneri mai scurte și de o importanță mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal și se introduc în sumarele anuale.*

1.3. Discuții *asupra unor lucrări sau articole apărute constînd dintr-o luare de poziție și un răspuns, se admit fără ca Redacția să ia un angajament sau responsabilitate în ce privește părerile exprimate. Discuțiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori și cititori.*

1.4. Referatele *sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din țară și din străinătate care se consideră de către redacție a fi interesante și utile cititorilor. Indicația bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele și referințe bibliografice).*

1.5. Recenzii *sînt prezentări mai ample și critice ale unor lucrări de anvergură, cărți monografii, dizertații. Recenzorii se aleg de către redacție printre persoanele competente în domeniul respectiv și care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă și să permită îmbunătățiri la o nouă ediție.*

1.6. Norme și standarde *este o rubrică de prezentare a ultimilor știri privind redactarea și apariția de norme și standarde electrotehnice în țară și străinătate (norme internaționale).*

1.7. Cronica *servește la anunțarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii : congrese, conferințe, aniversări, comemorări etc.*

2. Partea documentară *a revistei este mult amplificată față de trecut avînd în vedere nevoia acută de a promova și îmbunătăți documentația tehnico-științifică în masa inginerilor și tehnicienilor electricieni.*

2.1. Sumarele *sînt redactate în cinci limbi sub formă de fișe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificație zecimală și referințe bibliografice normale (denumirea și numărul revistei se repetă pe fiecare fișă). Dispuse pe fanioane care se detașează la scoaterea broșelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate și ordonate în fișiere bibliografice individuale, ca și:*

2.2. Titlurile *unor articole recente din periodice din țară și străinătate, care pot să prezinte interes pentru inginerii sau tehnicienii noștri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4.).*

3. Inseratele sînt :

3.1. Anunțuri *de evenimente și apeluri către cititori sau autori.*

3.2. Reclame *și prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi electrotehnice din țară și străinătate.*

Condițiile pentru inserarea de anunțuri și reclame se comunică de către redacție celor interesați.

Redacția speră a fi acționat în interesul cititorilor luînd aceste măsuri și își propune ca obiectiv și în viitor să facă revista cît mai utilă, mai interesantă și cît mai vie.

Revista „Electrotehnica", organ a Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele Editor : Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. Redacția : București, Str. Ion Ghica nr. 3, telefon 3 57 28 — 3 07 30. Administrația și Casieria : București, Cal. Victoriei, 118, telefon 4 06 24. Redacția își rezervă toate drepturile privind lucrările precum și materialul grafic ilustrativ apărut în revistă cît și cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei Revista apare lunar. Abonamentul anual : pentru întreprinderi lei 96, individual lei 30. Prețul unui exemplar : lei 5. Abonamentele se primesc la sediul administrației sau redacției sus indicate. Tiparul ; Întreprinderea Poligrafică nr. 3. București.

ELECTROTEHNICA

Anul 6 Nr. 3 martie 1958

SUMAR

Ședința Consiliului Central ASIT din 16 februarie 1958

CZ 621.314.2.018.3

Corlățeanu V. și *Serban Gh*:

Armonicele de ordinul 5 și 7 la transformatoarele trifazate și metodele de amortizare a acestor armonice

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 77

Se arată posibilitățile de apariție a armonicelor 5 și 7 în curentul magnetizant la transformatoarele trifazate și se analizează teoretic posibilitățile de amortizare. Se expun, pe scurt, procedeele practice folosite pentru amortizare și se ilustrează prin oscilograme efectele obținute. Se dau recomandări referitoare la alegerea metodei de amortizare.

CZ 621.314.222.045.5

Grosu St., Cigusievici M., Stanciu V. și *Cojocaru I.*:

Un bobinaj de tip special pentru transformatoarele de mare putere și tensiune înaltă

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 82

Este descris un bobinaj de înaltă tensiune de construcție originală folosit pentru construcția transformatoarelor de 10 MVA 110 kV cu 3 înfășurări cu reglaj sub sarcină. Bobinajul folosit constă dintr-un bobinaj principal continuu și un bobinaj special stratificat pentru reglajul sub sarcină, montat la una din extremitățile coloanei.

CZ 621.314.2.042.14

Mirzan E și *Niță N.*:

Considerații asupra tehnologiei de tratare a miezurilor magnetice în construcția transformatoarelor

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 86

După ce se face o expunere calitativă a îmbunătățirii proprietăților magnetice prin tratarea termică a tolelor de transformator, se stabilesc relații cantitative care definesc fenomenul. Se dă un exemplu de calcul și se prezintă rezultatul pentru o serie de transformatoare.

CZ 621.314.2.002

Grosu St., Cojocaru I. și *Togui D.*:

Principii noi de construcție la transformatoarele de mică putere

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 89

Sînt expuse principiile de construcție folosite la fabricarea transformatoarelor de mică putere și anume: prinderea miezului direct pe capac, folosirea bobinajului stratificat la înaltă tensiune și bobinarea lui pe același șablon cu bobinajul de joasă tensiune.

CZ 621.311 : 338.062.216 (438)

Corlățeanu V.:

Industria și energia electrică în R. P. Polonă

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 93

Sînt prezentate aspecte ale dezvoltării electrotehnicii în R. P. Polonia obținute în urma vizitei în această țară a unei delegații a comitetului național CIGRE.

CZ 621.314.222.077.7 : 621.318.423

Grosu St., Toma Gh., Cîrstea D.:

Un reactor de tip special pentru reglajul sub sarcină a transformatoarelor monofazate în manta

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 98

Este descris un reactor care folosește ca miezuri magnetice chiar coloanele laterale ale transformatorului reglat.

NOTE 101,
REFERATE, 104
RECENZII, 110
CRONICA, 111

CONTENTS

Meeting of the Central Council of the Engineers and Technicians Scientific Association – ASIT held on 16 th february 1958

DC 621.314.2.018.3

Corlăţeanu V. and *Serban Gh.* :

The 5th and 7 th order harmonics at 3-phase transformers and the damping methods of these harmonics

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 77

The possibilities of occuring 5-th and 7-th order harmonics in the magnetizing current at 3-phase transformers are shown and the damping possibilities are theoretically analyzed. The practical procedures used for damping are briefly exposed and the results reached are illustrated by oscillograms. Recommendations concerning the choice of the damping method are given.

DC 621.314.2.042.14

Grosu St., Cigusievici M., Stanciu V. and *Cojocaru I.* :

A special type of winding for large power and high voltage transformers

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 82

A high voltage winding of original construction, used for the construction of 10 MVA 110 kV triple -wound transformers with regulating under load is described. The winding used consists of a main continuous winding and of a winding, especially stratified for regulating under load, fixed up on the one of the column extremities.

DC 621.314.2.042.14

Mîrzan E. and *Niţă N.* :

Considerations on the technology for treating magnetic cores in the transformer construction

Electrotehnica **6** (1958) 3, 86

After a qualitative exposition concerning the improvement of magnetic properties by means of thermal treatment of transformer metal plates, quantitative relations defining the phenomenon are established. An example of calculation is given and the result for a series of transformers is presented.

DC 621.314.2.002

Grosu St., Cojocaru I. and *Togui D.* :

Novel construction principles at small power transformers

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 89

The construction principles used in manufacturing small power transformers viz : fixing the core directly on the cover, applying the multi-layer winding at high voltage and its winding on the same frame with the low voltage winding, realizing a joint switchconservator sub-generality, are displayed

DC 621.311. : 338.062.226 (438)

Corlăţeanu V. :

The electrical industry and energy in the Polish Popular Republic

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 93

Some aspects of the development of the electrical engineering in the Polish Popular Republic are displayed, as observed by a delegation of the national committee CIGRE on the occasion of its visit in this country.

DC 621.314.222.077.7 : 621.318.423

Grosu St., Toma Gh., Cîrstea D. :

A reactor of special type for regulating under load single-phase shell-type transformers

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 98

A reactor which applies, as magnetic cores, the lateral columns themselves of the regulated transformer is described.

NOTES 101.
ABSTRACTS, 105.
BOOKS REVIEW, 110.
CHRONICLE, 111.

СОДЕРЖАНИЕ

Совещание Центрального Совета Научного Общества инженерных и технических работников АСИТ от 16 февраля 1958 г.

Д.К. 621.314.2.018.3
Corlăţeanu V., Şerban Gh.
Гармоники порядка 5 и 7 в трехфазных трансформаторах и методы их компенсации.
Electrotehnica, **6** (1958) 3, 77.

Показаны возможности появления гармоник 5-го и 7-го порядка в намагничивающем токе трехфазных трансформаторов. Теоретически рассмотрены пути гашения этих гармоник. Кратко изложены практические методы компенсации. Даны полученные осциллограммы.

Д.К. 621.314.222.045.5
Grosu Gh., Cigusievici M., Stanciu V. и Cojocaru I.
Обмотка специального типа для мощных трансформаторов высокого напряжения.
Electrotehnica, **6** (1958) 3, 82.

Описана обмотка высокого напряжения, оригинальной конструкции, для трехобмоточных трасформаторов на 10 мва и 110 кв, регулируемая под нагрузкой. Главная часть многослоистая и установлена в одном из крайних положений сердечника.

Д. К. 621.314.2.042.14
Mirzan E Niţa N:
По поводу технологии обработки трансформаторных сердечников:
Electrotehnica, **6** (1958) 3, 86.

После качественного рассмотрения методов улучшения магнитных свойств трансофрматорной стали путем термической обработки, устанавливаются количественные соотношения определяющие данное явление. Даны примеры расчета и результаты испытаний на ряде трансформаторов.

Д.К. 621.314.2.002
Grosu St., Cojocaru I. Togui D.
Новые принципы конструкции маломощных трансформаторов.
Electrotehnica, **6** (1958) 3, 89.

Изложены принципы конструкции маломощных трансформаторов: крепление сердечника на крышку, применение многослоистной обмотки высокого напряжения и т. д.

Д.К. 621.311 : 338.062.216(438)
Corlăţeanu V.
Электропромышленность и электроэнергия в Польской НР
Electrotehnica, **6** (1958) 3, 93.

Дан обзор развития электротехники в Польской НР. Данные получены при посещении Польши румынской делегацией на получены при посещении Польши румынской делегацией на Международной Конференции Больших Сетей

Д.К. 621.314.222.077.7 : 621.318.423
Grosu St., Toma Gh., Cirstea D.
Реактор специального типа для регулирования под нагрузкой напряжения однофазных броневых трансформаторов.
Electrotehnica, **6** (1958) 3, 98.

Описанный реактор имеет в качестве сердечников боковые колонки регулируемого трансоформатора.

ЗАМЕТКИ 101
РЕФЕРАТЫ. стр 104
РЕЦЕНЗИИ, стр 111
ХРОНИКА, стр 110

INHALTSVERZEICHNIS

Sitzuug des Zentralrats des Wissenschaftlichen Verbands der Ingenieure und Techniker ASIT—vom 16 februar 1958

DK 621.314.2.018.3

Corlăţeanu V. u. *Serban Gh.*:

Die 5. und 7 Harmonischen bei Drehstromtransformatoren und die Methoden zur Dämpfung dieser Harmonischen

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 77

Es werden die Möglichkeiten des Auftretens der 5. und 7. Harmonischen im Magnetisierungsstrom der Drehstromtransformatoren gezeigt und die Dämpfungsmöglichkeiten theoretisch untersucht. Dann werden kurz die praktisch verwendeten Dämpfungsmittel angegeben und die erzielten Resultate durch Oszillogramme veranschaulicht. Schliesslich werden Empfehlungen bzgl. der Wahl der Dämpfungsmethode gemacht.

DK 621.314.222.045.5

Grosu St., Cigusievici M., Stancu V. u. *Cojocaru I.*:

Eine Wicklung besonderer art für Transformatoren grosser Leistung und hoher Spannung

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 82

Es wird eine Hochspannungswicklung eigenartiger Ausführung beschrieben welche für den Bau von 10 MVA-Transformatoren für 110 kV und 3 Wicklungen mit Regelung unter Last. Die verwendete Wicklung besteht aus einer durchlaufenden Hauptwicklung und einer besonderen an einem der Säulenenden angebrachten Wicklung in Schichten zur Regelung unter Last.

DK 621. 314.2.042.14

Mirzan E. u. *Niţă N.*:

Betrachtungen bzgl der Behandlungstechnologie der magnetischen Kerne im Transformatorenbau

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 86

Nach einer qualitativen Darstellung der Verbesserung der magnetischen Eigenschaften durch Wärmebehandlung der Transformatorenbleche, werden quantitative Beziehungen festgesetzt, welche die Erscheinung definieren. Es wird ein Rechnungsbeispiel gegeben und das Resultat für eine Reihe von Transformatoren gezeigt.

DK 621.314.2.002

Grosu St., Cojocaru I. u. *Togui D.*:

Neue Bauprinzipien bei Transformatoren kleiner Leistung

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 89

Es werden die beim Bau von Transformatoren kleiner Leistung verwendeten Prinzipien dargestellt: direkte Befestigung des Kernes an dem Deckel, Verwendung der Schichtwicklung bei der Hochspannung mit Bewicklung auf derselben Schablone wie die Niederspannungswicklung, Schaffung eines einheitlichen Bauteiles Kommutator-Konservator.

DK 621.311 : 338.062.216 (438)

Corlăţeanu V.:

Die Industrie und die elektrische Energie in der Polnischen V.R.

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 93

Nach dem Besuche einer Delegation des Nationalausschusses CIGRE in der Polnischen V.R. werden Aspekte der Entwicklung der Elektrotechnik in diesem Lande gezeigt.

DK 621.314.222.077.7 : 621.318.423

Grosu St., Toma Gh., u. Cirstea D.:

Ein Reaktor besonderer Art zur Regelung der einphasigen Manteltransformatoren unter Last

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 98

Es wird ein Reaktor beschrieben der als magnetische Kerne die seitlichen Säulen des Regeltransformators benutzt

NOTEN, 101
RUNDSCHAU, 104
BÜCHER, 110
NACHRICHTEN, 111

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1883

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 6 nr. 3 București, martie 1958

Ședința Consiliului Central A.S.I.T. din 16 februarie 1958

În ziua de 16 februarie a. c. a avut loc ședința Consiliului Central A.S.I.T. Ședința a fost condusă de prof. dr. ing. Ștefan Bălan, vicepreședinte al Consiliului Central A.S.I.T.

La primul punct al ordinei de zi, conf. ing. Oliviu Rusu, prim secretar al Consiliului Central A.S.I.T., a prezentat „Raportul Biroului Consiliului Central A.S.I.T. asupra activității depuse de Asociație de la Congresul al II-lea A.S.I.T. și a planului de activitate pe anul 1958".

În cadrul raportului expus, conf. ing. O. Rusu a arătat că:

Anul 1957 a constituit, prin Congresul al II-lea A.S.I.T. o etapă importantă în activitatea asociației noastre, aducînd o contribuție esențială la cristalizarea obiectivelor și metodelor ei de activitate, astfel încît Asociația să-și poată dezvolta activitatea de organizare a importantelor forțe creatoare ale inginerilor și tehnicienilor, pentru a spori contribuția lor la rezolvarea problemelor tehnico-științifice ale construcției economiei socialiste.

Congresul al II-lea A.S.I.T., a constituit pentru multe organizații ale asociației un punct de plecare pentru îmbunătățirea activității asociației. Astfel, deși multe forțe au fost concentrate înspre pregătirea Congresului, în anul 1957 s-au ținut la filiale și cercuri 472 consfătuiri (față de 456 în anul 1956) ; 149 sesiuni și referate (față de 43) ; s-au întocmit 1 526 studii (față de 1 255) ; 700 schimburi de experiență (față de 610) ; 276 cursuri de calificare și perfecționare (față de 168) ; 656 acțiuni de asistență tehnică (față de 226) ; 80 de expoziții (față de 32) ; 63 excursii și vizite de studii (față de 12).

În Asociație au apărut totodată forme noi de activitate, care contribuie în mai mare măsură la cunoașterea și generalizarea progreselor tehnice apărute în țara noastră și anume conferințele naționale și sesiunile tehnico-științifice ale cercurilor A.S.I.T.

I. ORGANIZAREA ȘI ACTIVITATEA ASOCIAȚIEI ÎN ANUL 1957

1. *Cercul A.S.I.T.*

În prezent sînt organizate 1 348 cercuri A.S.I.T. : 1 115 în industrie, 233 în agricultură. În aproape 1 000 de cercuri, lucrările Congresului A.S.I.T. au fost puse în dezbaterea adunărilor generale, care au avut loc în perioada 1 iulie—30 septembrie. După cum era de așteptat, ele au stîrnit un viu interes în rîndul inginerilor și tehnicienilor din industrie și agricultură, care au participat în număr mare la adunările generale.

În general, cercurile au apreciat Rezoluția Congresului A.S.I.T. ca un îndrumar cuprinzător asupra sarcinilor ce le revin, și ca urmare, în planurile de muncă ale cercurilor, problemele trasate de Congres apar ca preocupări principale și comune și este de așteptat ca orientarea puternică a cercurilor A.S.I.T. spre rezolvarea lor va mări contribuția Asociației la dezvoltarea activității din întreprinderi.

Paralel cu aceste preocupări, cercurile A.S.I.T. au dat o atenție sporită ridicării nivelului tehnico-profesional al membrilor A.S.I.T. ; sprijinind sindicatele și conducerile întreprinderilor, ele au contribuit la ridicarea calificării și cunoștințelor tehnico-economice ale muncitorilor. Dînd urmare hotărîrii Congresului Asociației, multe cercuri au contribuit la succesul măsurilor pentru aplicarea sistemului îmbunătățit de salarizare. Astfel, de exemplu, cercul A.S.I.T. Partizanul-Bacău a participat la stabilirea categoriilor de salarizare, la justa apreciere a meseriilor, la extinderea normării tehnice, îmbunătățirea sistemului premial etc. De asemenea, acțiuni susținute pentru introducerea normelor cu motivare tehnică au fost duse la Uzina de tractoare, la Strungul, Emailul Roșu etc. Este încă criticabil faptul că astfel de preocupări nu s-au generalizat la toate cercurile A.S.I.T. precum și faptul că participarea cercurilor A.S.I.T. la consfătuirile de producție este încă redusă ; astfel, măsurile stabilite pentru a lega mai mult activitatea cercurilor A.S.I.T. de cerințele exprimate în consfătuirile de producție n-au prins încă viață. Este necesar ca în această privință C.C.S. să acorde o mai mare atenție, A.S.I.T. fiind gata să dea tot ajutorul pentru ca aceste consfătuiri să devină de un real folos activității ce se duce în scopul ridicării productivității, reducerii prețului de cost și îmbunătățirea calității.

2. *Activitatea filialelor A.S.I.T.*

În momentul de față funcționează 16 filiale regionale cu 18 filiale raionale (față de 16 în 1956). Conducerea activității tehnico-științifice a cercurilor A.S.I.T. este încredințată celor 137 secții de specialitate ale filialelor. Acestea își afirmă tot mai mult competința și capacitatea în promovarea tehnicii noi și organizării superioare a producției la îndrumarea membrilor A.S.I.T. spre soluționarea practică, pe baze științifice, a cerințelor producției.

În activitatea filialelor se remarcă acțiuni de însemnătate pentru întreaga economie a țării, cum a fost consfătuirea de la Hunedoara pentru îmbunătățirea cocsului metalurgic fabricat din cărbuni de Valea Jiului și stabilirea de soluții pentru creșterea cantității, odată cu obținerea unui cocs cu calități superioare, pentru a putea fi folosit în furnalele mari. De asemenea consfătuirea organizată de filiala Valea Jiului asupra spălării cărbunilor a stabilit concluzii care au fost însușite de Ministerul Minelor și trasate ca sarcini prin ordin ministerial.

Filialele au dat și în acest an o deosebită atenție ridicării nivelului tehnico-științific al inginerilor și tehnicienilor, folosind forme organizate cum sînt : cursurile de cromatografie urmate de 200 ingineri și chimiști; cursurile de radiotehnicieni absolvite de 125 cursanți, în majoritate tineri și un curs cu scoatere din producție pe 10 zile pentru apicultori, organizate la București ; cursurile de desen tehnic ; cursurile pentru electricieni, controlori de calitate, radiotehnicieni, apicultori organizate la Timișoara ; pentru desenatori, bobinatori, tehnicieni specialiști în mașini și aparate electrice și pentru ingineri agronomi, la Craiova ;

cursurile de desen şi economie, organizate la Oradea în limbile română şi ungară etc.

Pe lîngă cursuri, au continuat să se organizeze cicluri de conferinţe pe teme mai vaste, cum au fost cele privind metodele fizico-chimice de analiză ; de organizare a producţiei în metalurgie ; de automatizare etc, organizate la Cluj ; expunerea concluziilor conferinţei internaţionale de la Berlin în problema tipizării construcţiilor ; folosirea energiei nucleare în scopuri paşnice, organizate la Bucureşti etc.

Progresul realizat în activitatea Asociaţiei după Congres apare limpede şi de aceea lipsurile care mai există ies în evidenţă : comitetul filialei Stalin nici după Congres nu a reuşit să lărgească cercul celor care activează voluntar la comitetul filialei în regiune, astfel încît activitatea în ultima vreme este în regres. În multe regiuni unele secţii de specialitate corespunzător unor ramuri dezvoltate din acele regiuni nu activează. Acesta este cazul secţiilor de construcţii din regiunea Hunedoara şi Bacău ; al secţiilor de silvicultură de la Bacău şi Suceava ; al secţiei de chimie de la Oraşul Stalin etc. Sînt, de asemenea, numeroase cercurile, unele chiar din întreprinderi mari, care nu duc o activitate satisfăcătoare şi din cauză că filialele nu au luat măsurile corespunzătoare. Din această cauză, o scădere se simte la numărul conferinţelor ţinute la filialele şi cercurile A.Ş.I.T. din regiunile Timişoara, Regiunea Autonomă Maghiară, Ploeşti etc, astfel încît pe Asociaţie numărul lor a scăzut la 4 500 de la 6 494 în 1956.

Problema se pune cu greutate şi în ce priveşte cercurile A.Ş.I.T. din agricultură, care duc o activitate restrînsă, de multe ori sporadică, izvorîtă mai mult din sarcinile primite de la secţiile filialelor sau secţia centrală şi mai puţin dintr-un plan propriu de muncă. Aceasta se datoreşte în primul rînd faptului că membrilor Asociaţiei din cercurile raionale nu li s-a asigurat posibilitatea să se întîlnească pentru a discuta problemele Asociaţiei. La o slabă activitate contribuie şi faptul că anumite organe agricole, cele de la regiuni, în special, nu s-au obişnuit să vadă în acţiunile întreprinse de Asociaţie posibilităţi de rezolvare a problemelor complexe agricole.

3. *Activitatea depusă la Consiliul Central A.Ş.I.T.*

a) Secţiile de specialitate. După Congresul al II-lea A.Ş.I.T. activitatea secţiilor de specialitate s-a îmbunătăţit ; pe lîngă o creştere a volumului activităţii au apărut şi forme noi de activitate.

În această perioadă, în afară de lucrările prezentate în Congres, comitetele secţiilor de specialitate ale Consiliului Central au organizat : 37 consfătuiri (27 în 1956) ; 38 conferinţe (65 în 1956) ; 8 schimburi de experienţă (8 în 1956) ; 3 expoziţii (0 în 1956) etc. Ca şi în trecut, de cea mai mare importanţă în activitatea secţiilor de specialitate au fost consfătuirile, la care au fost puse în dezbatere probleme de mare însemnătate ale economiei naţionale.

Pe această linie merită a fi subliniată Conferinţa Tutunului la care, pentru prima dată, în număr mai mare au participat la discuţii şi cu referate specialiştii din ţările de democraţie populară, în special, din R. P. Bulgară. Conferinţa a stabilit un program principial de activitate care urmăreşte îmbunătăţirea calităţii şi productivităţii la hectare pornind de la zonarea riguroasă a culturii tutunului.

Cea mai importantă manifestare a secţiilor de specialitate ale Consiliului Central A.Ş.I.T. merită să fie considerată Conferinţa Electricienilor (Bucureşti, noiembrie 1957) care a constituit o trecere în revistă a realizărilor tehnico-ştiinţifice obţinute, în principal, în producţia din ultima vreme. Conferinţa Electricienilor a dovedit deplina maturitate profesională a electricienilor noştri.

De asemenea, merită a fi remarcată a doua Conferinţă a Industriei Uşoare (Bucureşti, 11—13 decembrie 1957), în care s-au prezentat realizările înfăptuite din 1953 (data primei conferinţe). Printre cei peste 700 participanţi s-au numărat şi delegaţi ai societăţilor ştiinţifice din ţările prietene. Din conferinţă a reieşit că realizările şi nivelul cunoştinţelor tehnice şi ştiinţifice ale colectivelor din întreprinderi şi institute a crescut simţitor, ajungînd să cuprindă în cea mai mare parte problemele de tehnică nouă ale industriei uşoare dezbătute, în prezent, pe plan mondial.

În activitatea trecută a secţiilor de specialitate se remarcă însă că deşi există tendinţe de îmbunătăţire, legăturile dintre secţiile de specialitate ale Consiliului Central şi secţiile de specialitate ale filialelor sînt încă slabe. Unele dintre secţiile de specialitate au început să ţină o legătură directă de lucru cu secţiile de specialitate ale filialelor, cum sînt secţiile ştiinţelor agricole, construcţii, energetică, silvicultură ; la majoritatea secţiilor însă legăturile se menţin în mod sporadic.

Se întîmplă uneori, şi nu este just, ca secţii de specialitate ale Consiliului Central să preia spre rezolvare probleme care ar reveni în mod firesc filialelor. Această practică trebuie lichidată ; secţiile centrale trebuie însă să urmărească problemele filialelor şi să sprijine substanţial realizarea lor pentru a întări conducerea activităţii tehnico-ştiinţifice a filialelor şi prin ele a cercurilor A.Ş.I.T. din întreprinderi.

b) Publicaţiile A.Ş.I.T. În 1957 în redacţia A.Ş.I.T. au apărut 15 reviste tehnice. Pentru prima dată au apărut revistele : „Automatica şi Electronica" şi „Telecomunicaţii", bine primite de oamenii de specialitate. Ca volum ele însumează 7 536 pagini, corespunzînd la circa 19 000 pagini de manuscris. Tirajul lor total a atins în 1957 un număr de 33 400 exemplare, din care 29 200 merg la abonaţii din ţară, 1 800 la filiale şi colaboratori ca gratuităţi, circa 600 se vînd cu bucata, iar restul de aproape 1 800 îl constituie vînzările şi schimburile cu străinătatea.

Intrată în al patrulea an de apariţie, gazeta „Tehnica Nouă", organul central al Asociaţiei noastre, apărută cu regularitate, săptămînal, într-un tiraj de 30 000 exemplare, a găsit forme mai variate de a prezenta tehnica nouă prin publicarea unor materiale vii, atacînd probleme cu concluzii pentru practică.

În gazetă ca şi în revistele tehnice, apare evidentă lipsa de materiale critice. Publicaţiile nu trebuie numai să informeze, ci să şi îndrumeze, să lupte pentru înlăturarea practicilor învechite, a soluţiilor tehnice necorespunzătoare. Evident, critica trebuie să atace aceste probleme tehnice şi de organizare a producţiei ; pornind de la specialişti, ea trebuie să fie constructivă, dînd şi soluţiile cele mai corespunzătoare pentru remedierea situaţiei critice. Spre astfel de materiale trebuie să ne îndreptăm atenţia, fiind siguri că în acest mod vom sprijini mult mai eficace şi mai direct producţia.

La Lexiconul Tehnic Romîn în cursul anului 1957 au apărut volumele I şi II (pînă la literele Bk), s-a definitivat manuscrisul literei B (circa 95 coale), care a fost trimis la tipar şi s-au elaborat toţi termenii literei C (circa 260 coale).

c) Biroul Consiliului Central A.Ş.I.T. În şedinţele sale, Biroul a dezbătut numeroase probleme, în special, cele privind organizarea activităţii după Congres. Astfel, Biroul Consiliului Central a publicat Rezoluţia Congresului şi Statutul Asociaţiei ; el a stabilit, de asemenea, măsuri privind publicarea lucrărilor Congresului, a organizat munca sa şi a colectivelor Biroului pentru aducerea la îndeplinire a sarcinilor trasate de Congres.

Pentru o tratare mai cuprinzătoare a problemelor activităţii Asociaţiei, Biroul Consiliului Central a format o serie de comisii care să studieze problemele şi să facă propuneri Biroului Consiliului Central sau Consiliului Central pentru rezolvare.

În activitatea sa Biroul Consiliului Central s-a preocupat de întărirea legăturilor cu societăţile tehnico-ştiinţifice din străinătate şi a numit delegaţii trimise în străinătate la congrese sau în schimburi de experienţă. Notăm în mod deosebit, vizita unei delegaţii a Biroului Consiliului Central în Uniunea Sovietică, compusă din prof. Tudor Tănăsescu, prof. Al. Romanovici, prof. dr. S. Crişan, ing. E. Caragheorghe şi conf. ing. O. Rusu. Delegaţii Biroului Consiliului Central au studiat timp de două săptămîni organizarea şi activitatea societăţilor tehnico-ştiinţifice din U.R.S.S şi au prezentat Biroului concluzii care, însuşite, au fost folosite pentru a stabili măsuri pentru îmbunătăţirea muncii în cadrul Asociaţiei.

Asociația noastră, prin 31 delegați, a participat la 20 conferințe și întîlniri în străinătate, prezentînd la unele referate (la sesiunea de la Belgrad a Conferinței Mondiale a Energiei; la sesiunea de la Moscova a Comitetului Electrotehnic Internațional) etc. Așa cum s-a arătat, au participat 34 delegați din partea societăților tehnico-științifice din țările prietene. La Consiliul Central A.S.I.T. s-au primit, de asemenea, 13 vizite ale unor delegați ai societăților științifice din U.R.S.S., R. Cehoslovacă, R.P.P., R.P.U., Grecia, Anglia, Argentina, Chile, Finlanda și Siria.

Legăturile Asociației noastre cu organizațiile tehnico-inginerești din alte țări devin o preocupare importantă; ele contribuie atît la rezolvarea unor probleme tehnico-științifice care ni se pun și la cunoașterea activității asociațiilor inginerești de peste hotare, cît și la cunoașterea realizărilor regimului nostru democrat-popular dincolo de granițele țării.

În scopul întăririi colaborării între organizațiile tehnico-inginerești din țările socialiste, la inițiativa Camerei Tehnice din R.D.G., secretarii generali ai societăților tehnico-științifice din țările socialiste s-au întrunit la Berlin și au stabilit un plan de măsuri. Acesta prevede colaborarea permanentă între societățile științifice tehnico-inginerești în ce privește organizarea de conferințe și constătuiri cu caracter internațional sau conferințe naționale cu participări din țările prietene.

Pînă în prezent Asociația noastră s-a afiliat la unele organizații internaționale ca World Power Conference, CIGRE, Comission Electrotechnique Internațională, Union de Chimie Pure et Appliquée etc.

În preocupările sale, Biroul Consiliului Central A.S.I.T. a dat atenție cerințelor manifestate de delegații la Congres, care au cerut ca asociația să se preocupe mai mult de problemele membrilor A.S.I.T. În acest scop s-a urmărit continuu îmbunătățirea revistelor și difuzarea lor cu abonamente sub prețul de cost pentru ingineri și tehnicieni; biblioteca asociației a fost îmbogățită și pusă în situația să împrumute membrilor și cercurilor A.S.I.T. din întreaga țară lucrări de mare valoare; a fost înlesnită vizitarea unor importante lucrări tehnico-științifice de numeroși ingineri și tehnicieni, ca de exemplu, reactorul nuclear care a fost vizitat de peste 700 membri ai asociației; pe lîngă delegați trimiși direct de asociație, s-a intervenit la ministere obținîndu-se trimiterea în schimburi de experiență, în călătorii de studii la congrese în străinătate a numeroase grupuri de ingineri și tehnicieni.

Trecerea sumară în revistă a realizărilor obținute în anul 1957 arată urmările favorabile ale Congresului al II-lea A.S.I.T. asupra activității asociației. Ele vorbesc însă de munca neobosită, dezinteresată, pe care sute și mii de membri ai Asociației au dus-o ca organizatori ai activității Asociației tehnico-științifice la lucrările Asociației. În activitatea colectivă a asociației, inițiativa și aportul personal al unor membri A.S.I.T. a fost de mare importanță.

II. PLANUL DE ACTIVITATE PE ANUL 1958

Planul de activitate al Consiliului Central pe anul 1958 s-a întocmit pe baza cuprinzătoare a lucrărilor Congresului al II-lea al Asociației, care au fost urmărite cu atenție și se oglindesc în planurile de muncă ale secțiilor de specialitate ca și în programul de activitate al Biroului Consiliului Central. Astfel, în planul de activitate al secțiilor de specialitate sînt cuprinse probleme tehnico-științifice și tehnico-economice de mare însemnătate pentru dezvoltarea unor sectoare industriale. Sînt prevăzute, de asemenea, acțiuni care să contribuie la crearea de noi materiale și buna folosire a materialelor, precum și contribuții la determinarea aplicării corecte a tehnologiei sau introducerea unei tehnologii moderne.

De o deosebită valoare tehnico-științifică și un puternic stimulent al activității de cercetare la locul de producție vor trebuie să fie conferințele naționale ale secțiilor de specialitate înscrise în plan, unele avînd loc în anul 1958. Biroul Consiliului Central își propune să-și îmbunătățească și totodată să-și amplifice activitatea în anul 1958. El va dezbate, ca și pînă acum, probleme de organizare și de coordonare a activității tehnico-științifice a întregii asociații, va îndruma activitatea comisiilor pe care și le-a stabilit, dar totodată Biroul va urmări și conduce direct organizarea unor dezbateri privind: problema standardizării, a măririi productivității muncii prin introducerea tehnicii noi etc.

O problemă de mare însemnătate de care va trebui să ne preocupăm este aceea a Conferinței Tehnice Balcanice. La puțină vreme după propunerea Președintelui Consiliului de Miniștri, tov. Chivu Stoica, făcută guvernelor din țările Balcanice pentru colaborare în problemele politice și economice, Președintele Camerei Tehnice din Grecia, prof. Ath. Roussopoulos, a propus convocarea unei Conferințe Tehnice Balcanice, în scopul de a pune în dezbatere probleme tehnice și tehnico-economice ale țărilor din Peninsula Balcanică, care să contribuie la colaborarea și dezvoltarea economică a acestor țări.

Este necesar ca în cadrul asociației să se dea cea mai mare atenție unei participări substanțiale a asociației noastre la succesul unei astfel de conferințe. Întărirea colaborării dintre inginerii și tehnicienii din țările Peninsulei Balcanice va influența în mod favorabil opinia publică din aceste țări în direcția îmbunătățirii legăturilor dintre popoare, contribuind în acest fel la crearea unui climat favorabil păcii și colaborării internaționale.

* * *

Realizarea planului de activitate al Consiliului Central A.S.I.T. va aduce contribuții la rezolvarea unor probleme tehnico-științifice sau tehnico-economice ale economiei naționale. Paralel cu acestea va trebui să dăm — așa cum a cerut Congresul — cea mai mare atenție întăririi organizatorice a asociației, îndreptîndu-ne preocupările spre ridicarea nivelului activității cercului A.S.I.T. Desigur că rezolvarea acestor probleme va necesita încă multe eforturi din partea secțiilor de specialitate și comitetelor de filială; nu ne îndoim însă că vom ajunge la rezultatele pe care le dorim, generalizînd experiența cîștigată în activitatea asociației.

Întărirea activității cercurilor A.S.I.T. nu se poate concepe fără însușirea formelor specifice și valoroase de activitate a asociației. Este cunoscut că în special s-au impus în activitatea asociației consfătuirile tehnico-științifice atît pe teme date cît și a celor cu caracter de sesiuni științifice, în care membrii asociației își prezintă lucrările realizate în activitatea lor.

Că aceasta este calea a dovedit-o cercul A.S.I.T. de la Întreprinderea Independența-Sibiu care, la îndemnul organizației de partid, a organizat în decembrie 1957 sesiunea tehnico-științifică a cercului A.S.I.T. În această reușită sesiune au fost prezentate referate cu cele mai variate preocupări: modernizarea unui cubilou, stu... și încercări în vederea turnării centrifugale, influența sistemului îmbunătățit de salarizare asupra prețului de cost etc., care au suscitat atenția și a găsit întreaga aprobare a conducerii întreprinderii.

Planul de muncă pe anul 1958 răspunde problemelor celor mai însemnate care stau în fața inginerilor și tehnicienilor ca urmare a hotărîrilor Partidului și Guvernului, a încheierilor Congresului al II-lea al Asociației. Rezolvarea lor trebuie să fie la înălțimea condițiilor create de regimul democrat popular activității tehnico-științifice, a cerințelor poporului muncitor față de intelectualitatea tehnică din țara noastră.

Cu acest gînd Biroul se angajează să urmărească cu atenție ca rezolvarea problemelor să se facă de pe pozițiile tehnicii și științei celei mai înaintate, căutînd ca soluțiile să corespundă intereselor poporului muncitor. Biroul se angajează de asemenea să dea o și mai mare atenție punerii în valoare a realizărilor activității tehnico-inginerești și folosirii ei pentru progresul tehnicii în țara noastră, ca și problemelor și cerințelor exprimate de membrii asociației.

*

* *

La punctul doi al ordinei de zi, ing. C. Negoiță, secretar al Consiliului Central A.Ș.I.T. a prezentat „Raportul pentru convocarea adunărilor generale ale cercurilor A.Ș.I.T. și conferințelor filialelor".

În continuare, prof. ing. C. Dinculescu, președintele Comisiei de revizie a prezentat „Raportul Comisiei de revizie și planul de venituri și cheltuieli al asociației pe anul 1958", iar ing. V. Stoenescu — referatul cu privire la fixarea cotizației membrilor A.Ș.I.T. și la folosirea veniturilor provenite din cotizațiile individuale.

În referat se prevede ca filialele să restituie cercurilor sumele ce depășesc 50% din totalul cotizațiilor individuale pe care acestea trebuie să le încaseze, în vederea acordării de premii pentru activitatea valoroasă depusă în cadrul cercurilor. Cotizația, care se fixează conform statutului în fiecare an, este de 15 lei anual.

* * *

În discuțiile purtate s-au analizat rapoartele prezentate și unele aspecte importante ale muncii în cadrul asociației. Astfel, prof. ing. D. Stănescu a arătat că în cadrul asociației se țin numeroase consfătuiri privind probleme importante ale producției și economiei naționale. În cadrul acestor consfătuiri se adoptă rezoluții în care se prevăd o serie de măsuri pentru îmbunătățirea situației prezentate. Însă nu există o preocupare permanentă din partea secțiilor de specialitate și a Biroului Consiliului Central A.Ș.I.T. de a interveni pe lîngă forurile interesate pentru aducerea imediată la îndeplinire a măsurilor preconizate, fapt care ar aduce economiei naționale importante economii. În această situație se află măsurile prevăzute în rezoluția consfătuirii privind fabricarea cocsului și utilizarea lui în furnale, ținută în toamna anului trecut.

Ing. M. Grindea s-a preocupat de colaborarea ce trebuie să existe între secțiile de specialitate pentru rezolvarea unor probleme complexe. Totodată informează Consiliul Central că s-au pus bazele organizării unei sesiuni științifice a industriei ușoare în Moldova, în toamna anului 1958.

Prof. M. Manoliu s-a ocupat de planurile de muncă și a arătat că în ceea ce privește secția științelor agricole în situația actuală, cînd sectorul socialist ocupă 50,5% din suprafața agricolă a țării, se ridică o serie de probleme ca: organizarea teritoriului, întărirea gospodăriilor agricole colective, profilarea agroeconomică și probleme de economie agrară, cărora trebuie să li se acorde toată atenția. De asemenea, mecanizarea și chimizarea agriculturii capătă o aplicare mult mai largă, fapt care face necesar acordarea unei importanțe mult mai mari problemelor ridicate de introducerea acestor metode avansate.

Ing. Gelu Cahu informează Consiliul Central că la Șantierele Navale Galați a fost înființată Casa Inginerului și Tehnicianului. După ce se ocupă de problema cotizațiilor, arată diversitatea problemelor ridicate de construcțiile navale și concursul pe care trebuie să-l dea secțiile de specialitate pentru rezolvarea lor.

Ing. M. Stoica ridică problema cercurilor cu un pronunțat specific de construcții din întreprinderile Ministerului Transporturilor și Telecomunicațiilor care, după specificul lor, ar trebui să depindă de secția de construcții, iar după organizarea administrativă de secția de transporturi. După ce arată că la Cluj această problemă a fost rezolvată prin reținerea acestor cercuri la secția de construcții, prezintă dificultățile pe care le întîmpină filiala Cluj cu centralizarea planurilor tematice de inovații în scopul rezolvării temelor în condiții optime.

Prof. C. C. Georgescu a arătat importanța sectorului silvic și legătura pe care o are cu sectorul agricol.

Ing. I. Niculescu, după ce a prezentat contribuția cercurilor A.Ș.I.T. la rezolvarea succeselor obținute de industria petrolieră în anul trecut și a subliniat importanța colaborării între secțiile de specialitate, arată necesitatea pregătirii de pe acum a lucrărilor ce vor fi prezentate în cadrul Congresului Mondial al Petrolului.

Ing. Petre Lupu arată importanța combaterii coroziunii și necesitatea includerii acestei probleme în planul de muncă pe anul 1958.

Ing. S. Rașeev arată necesitatea unei coordonări a planurilor de muncă ale secțiilor de specialitate și constata că planul de muncă al secției petrol și gaze este prea redus, lipsind problemele privind gazele naturale.

Prof. ing. Al. Romanovici prezintă succesele obținute de sectorul agricol, însă constată că producția este încă scăzută în raport cu înzestrarea cu care este dotată agricultura. Spre această problemă trebuie să-și concentreze în primul rînd atenția cercurile din agricultură. În continuare face apel la toate secțiile de specialitate să ajute secția științelor agricole la rezolvarea problemelor complexe prevăzute în planul de muncă.

V. Rosin arată necesitatea unei mai mari preocupări pentru atragerea maiștrilor în activitatea asociației noastre și pentru ridicarea pregătirii lor.

E. Dragnea prezintă importanța unor probleme ca: reducerea consumului de metal, reducerea rebuturilor în turnătorii, folosirea energiei atomice în scopuri pașnice și protecția muncii și cere includerea lor în planurile de muncă ale secțiilor de specialitate.

Au mai luat cuvîntul ing. V. Brudașcă, ing. T. Govalschi, prof. Gh. Vanci, ing. D. Lubenescu, prof. C. Macarovici, ing. Al. Chirițescu, ing. D. Eliade, chimist I. Drimuș, ing. N. Constantinescu, ing. Gh. Petrescu și prof. ing. Gh. Constantinescu. Ing. M. Florescu și prof. ing. St. Nădășan, vicepreședinte al Consiliului Central A.Ș.I.T., care nu au putut participa la ședință, au trimis observațiile în scris. De asemenea numeroși membri ai Consiliului Central au redactat în scris problemele pe care doreau să le ridice în cadrul ședinței.

În încheierea discuțiilor, prof. dr. ing. St. Bălan subliniază caracterul patriotic al activității voluntare pe care o depun inginerii și tehnicienii în cadrul asociației. Astăzi cînd se împlinesc 25 ani de la eroicele lupte ale celeriștilor și petroliștilor, care au dat asalt capitalismului, au luptat pentru libertate și independență, trebuie să avem vie în conștiința noastră trecutul glorios al muncitorilor care nu au pregetat să-și dea viața și să înfrunte, timp de ani de zile, temnițele burgheze. Datorită acestei lupte pline de abnegație a eroicei clase muncitoare, regimul democrat popular a ajuns la putere, s-au creat condițiile în care putem dezvolta toate posibilitățile noastre, cînd putem pune toată capacitatea noastră de muncă în slujba țării și a poporului. Cadrele tehnice urmînd exemplul luminos al clasei muncitoare trebuie să desfășoare cu rîvnă munca organizatorică și tehnico-științifică pentru înflorirea patriei noastre, pentru pace.

* * *

Consiliul Central A.Ș.I.T. a aprobat în unanimitate activitatea pe anul 1957 și planul de muncă pe anul 1958.

Armonicele de ordinul 5 şi 7 la transformatoarele trifazate şi metodele de amortizare a acestor armonice

VASILE CORLĂŢEANU şi GHEORGHE ŞERBAN — Iaşi*)

Dacă schemele de conexiuni ale înfăşurărilor transformatorului nu permit furnizarea armonicei trei, această armonică apare în curba fluxului producînd armonice de ordinul 5 şi 7 în curba curentului de mers în gol. In articol sînt examinate diferitele posibilităţi de compensare a acestor armonice dîndu-se recomandări pentru alegerea metodei de amortizare.

CZ 621.314.2.018.3

Principiile care stau la baza compensării armonicelor 5 şi 7

Într-un articol anterior, s-a examinat amortizarea armonicelor de ordinul *3* la transformatoarele trifazate [1]. În cadrul acestui articol, vom trata problema armonicelor superioare, în special, a celor de ordinul *5* şi *7*, prezentînd şi metodele propuse în literatura de specialitate, în vederea amortizării lor. Unele dintre rezultatele obţinute vor fi ilustrate prin date experimentale, sub formă de oscilograne. La proectarea transformatoarelor, limita maximă admisă pentru inducţie a fost determinată, timp îndelungat, de valoarea pierderilor specifice ale tablelor de fier cu siliciu. Micşorarea acestor pierderi, datorită îmbunătăţirii calităţii tablelor, a permis mărirea inducţiei maxime la valoarea de 1,5 Wb/m². M. Vidmar [2] arată, că în timp ce valoarea pierderilor specifice a tablelor aliate a scăzut, valoarea intensităţii cîmpului magnetic necesar pentru a produce inducţia de 1,5 Wb/m², a crescut de la 2500 A/m la 3300 A/m, forma curbei de magnetizare rămînînd aproximativ aceeaşi, chiar dacă s-ar micşora şi mai mult pierderile specifice. În aceste condiţii nu este posibilă mărirea inducţiei maxime admisibile, pentru că amplitudinea armonicelor superioare, care apar, fie în fluxul magnetic şi deci în tensiuni, fie în curentul magnetizant, atinge valori inacceptabile. În literatura [3] se citează, că datorită armonicelor curentului magnetizant, au avut loc deteriorări ale compensării punerii la pământ (bobina Petersen) ceea ce justifică necesitatea de a stabili o limită pentru inducţii. Bineînţeles, această limită va depinde de calităţile tablelor. Astfel, pentru tablele cu cristale orientate, care pe lîngă valoarea redusă a pierderilor specifice (0,75 W/kg la 1,5 Wb/m² şi 50 Hz) prezintă şi o permeabilitate superioară tablelor aliate superioare (fig. 1), se admit inducţii maxime de 1,7 Wb/m².

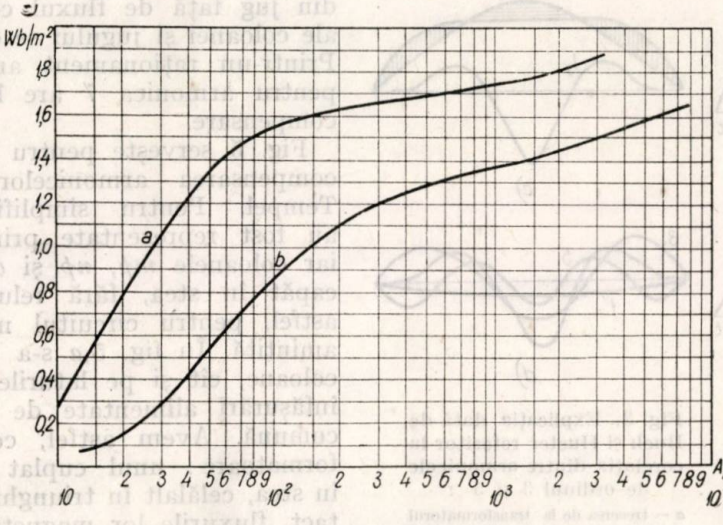


Fig. 1. Curbele ed magnetizare
a – pentru tabla electrotehnică aliată superioară; *b* – pentru tabla cu cristale orientate Tran-cor 2X.

Una dintre soluţiile optime constă în reducerea armonicelor de ordin superior, printr-o construcţie convenabilă a miezului de fier. În funcţionarea simetrică a schemei cu neutrul legat inductiv sau nelegat la pămînt, armonica *3*, a curentului magnetizant, nu poate pătrunde în reţea, însă armonicele *5* şi *7* se manifestă puternic. La un transformator cu trei coloane, cu înfăşurările conectate Yy, curentul magnetizant la inducţia 1,5 Wb/m², are forma din fig. 2, *a*. La un transformator similar, construit cu cinci coloane, curentul magnetizant (fig. 2, *b*) prezintă de asemenea armonica *5*, însă în sens contrar. Buch şi Hueter [4] arată că prin alegerea judicioasă a dimensiunilor coloanelor de întoarcere a fluxului se poate realiza un transformator, al cărui curent magnetizant practic nu conţine armonica de ordinul *5* (fig.2,*c*), ci este aproape sinusoidal.

În fig. 3 se dă explicaţia eliminării armonicei *5* pe baza procedeului Buch-Hueter. Pentru ca fluxul şi f.e.m. pe fază să varieze sinusoidal, curentul trebuie să prezinte forma ascuţită caracteristică în care — în afară de fundamentală — predomină armonica *3*. Cînd înfăşurarea primară a unui transformator trifazat este cuplată în stea fără neutru, armonica *3* a curentului, nu se poate stabili. Din această cauză, fluxul se aplatizează, curba sa conţinînd o armonică *3* (fig. 3, *c*) cu atît mai puternică, cu cît traiectul parcurs de această armonică între juguri, în afara coloanelor bobinate, este de reluctanţă mai mică. Pentru a produce fluxul suplimentar (reprezentat haşurat) sînt necesare amperspirele suplimentare I_s (fig. 3, *c*).

*) Prof. dr. ing. *V. Corlăţeanu* este şeful catedrei de maşini electrice de la Institutul Politehnic Iaşi. Ing. *Gh. Şerban* este lector la aceeaşi catedră.

Din cauza premagnetizării cu curentul de frecvenţă fundamentală, amperspirele suplimentare au valori mici în cazul curenţilor mici şi valori mult mai mari în cazul curenţilor mari. Prin analiza armonică a amperspirelor (sau a curentului suplimentar) se găseşte pe lîngă armonica *3* o armonică *5* negativă şi o fundamentală negativă. Rezultă slăbirea sau chiar inversarea

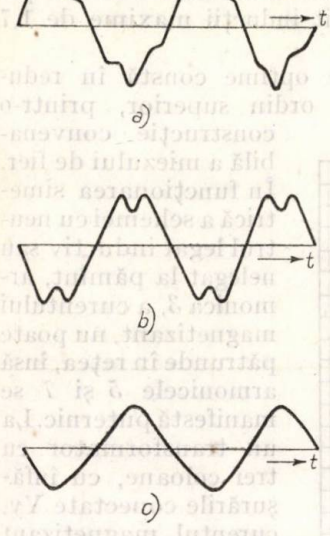


Fig. 2. Oscilograma curentului de funcţionare la gol a unui transformator:
a – cu fluxuri forţate; *b* – cu fluxuri libere; *c* – cu fluxuri libere după Buch şi Hueter.

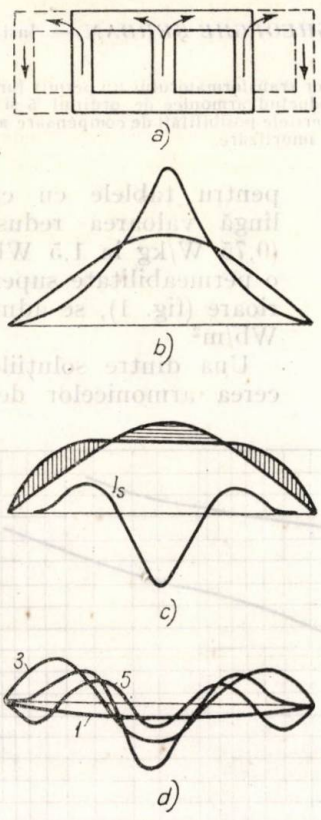


Fig. 3. Explicaţia dată de Buch şi Hueter referitor la corelaţia dintre armonicele de ordinul 3 şi 5:
a – trecerea de la transformatorul cu trei coloane la cel cu cinci coloane; *b* – curba curentului magnetizant; *c* – curba fluxului şi a curentului magnetizant suplimentar; *d* – descompunerea în armonice a curentului magnetizant suplimentar.

armonicei *5* şi, totodată, o micşorare a curentului magnetizant cu circa 20%. Procedeul Buch-Hueter poate fi folosit la transformatoarele de distribuţie cu conexiune *Yy* sau *Yz* cu sarcină simetrică nenecesitînd folosirea nici unei înfăşurări de amortizare.

J. Biermanns [3] precizează că metoda Buch-Hueter nu este aplicabilă la transformatoarele cu fluxuri forţate, cu înfăşurarea conectată în triunghi şi la cele cu fluxuri complet libere.

La alimentarea în paralel a două transformatoare, unul cu înfăşurarea primară conectată în stea, iar altul în triunghi, armonicele de ordinul *5* şi *7* ale celor două transformatoare sînt în opoziţie şi se compensează reciproc.

Acelaşi efect se poate obţine printr-o modificare a circuitului magnetic, şi anume, reunind un miez în Y, cu unul în Δ. Un astfel de exemplu este transformatorul tip Tempel, la care două juguri în triunghi reunesc cele trei coloane (fig. 4, *a*). Fluxul dintr-o coloană Φ_e se împarte în jug în două fluxuri Φ_j simetric defazate faţă de Φ_e cu $\pm$ 30° (fig. 4, *b*). Producerea fluxului necesită un curent de frecvenţă fundamentală, cum şi armonice superioare (fig. 4, *c*). Fundamentala şi armonicele sînt în aceeaşi relaţie de fază, pentru orice parte componentă a circuitului magnetic (fig. 4, *d*), însă din cauză că acelaşi interval de timp reprezintă pentru armonica de ordinul *5* un defazaj de 5 ori mai mare decît pentru fundamentală, armonica *5* din părţile jugului legate la o coloană este defazată faţă de aceeaşi armonică din coloană cu $\pm 5.30° = \pm 150°$ (fig.4, *e*). După cum rezultă din compunerea armonicelor necesare celor două părţi de jug alăturate unei coloane a căror magnetizare trebuie să o producă înfăşurarea de pe o coloană, rezultanta are un defazaj de 180° faţă de amperspirele coloanei (fig. 4, *e*). Astfel datorită defazajului cu $\pm$ 30° a fluxului din jug faţă de fluxul coloanei, armonicele *5* ale coloanei şi jugului se compensează reciproc. Printr-un raţionament analog se arată că şi pentru armonica *7* are loc acelaşi proces de compensare.

Fig. 5 serveşte pentru a lămuri mai simplu compensarea armonicelor la transformatorul Tempel. Pentru simplificare ambele juguri au fost reprezentate printr-unul singur *mno*, iar coloanele *mp*, *np* şi *op* sînt reunite la un capăt în stea, fără reluctanţă. S-a obţinut, astfel, pentru circuitul magnetic schema Y Δ amintită. În fig. 5,*a* s-a presupus că, atît pe coloane, cît şi pe laturile jugului sînt dispuse înfăşurări alimentate de la o sursă trifazată comună. Avem astfel, contopite două transformatoare: unul cuplat electric şi magnetic în stea, celălalt în triunghi. În punctele de contact, fluxurile lor magnetice se compun. Ideea cunoscută că două transformatoare dintre care unul cu conexiunea înfăşurării primare în stea, iar celălalt în triunghi, alimentate de la o sursă comună, au în curentul magnetizant

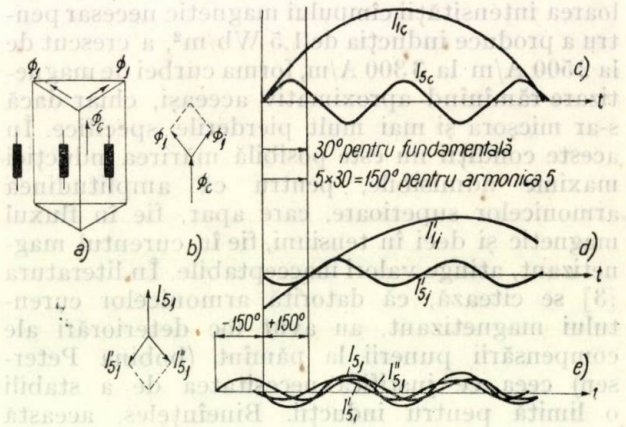


Fig. 4. Reprezentarea schematică a transformatorului Tempel şi armonicele curentului magnetizant:
a – circuit magnetic stea-triunghi (Tempel); *b* – descompunerea vectorială a fluxului din coloană; *c* – componentele curentului magnetizant în coloană; *d* – componentele curentului magnetizant într-o parte a jugului; *e* – rezultanta armonicelor din jug.

armonice de ordinul *5* şi *7*, respectiv opuse, permite să înţelegem, că dimensionînd astfel circuitul magnetic, încît amplitudinea armonicelor de acelaşi ordin să fie egală pentru ambele transformatoare, se poate obţine o compensare internă a armonicelor de curent.

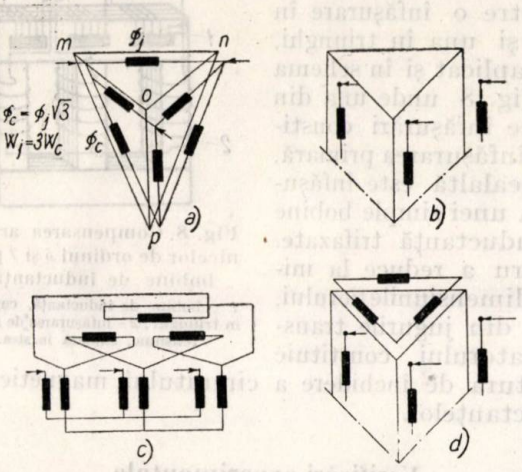


Fig. 5. Scheme simplificate de transformatoare cu cuplaj magnetic stea-triunghi.

Compensarea armonicelor *5* şi *7* are loc şi în cazul în care pe juguri nu este dispusă nici o înfăşurare (fig. 5, *b*) pentrucă amperspirele coloanelor se compun în jug, compensîndu-şi respectiv armonicele. Pentru a micşora efectul scăpărilor magnetice, care ar slăbi efectul de amortizare a armonicelor, se recomandă să furnizăm fiecărei părţi a circuitului magnetic amperspirele corespunzătoare. Aceasta se poate face prin înfăşurări alimentate direct (fig. 5,*a*) sau printr-o înfăşurare de egalizare necuplată la reţea şi care nu participă la transportul de energie (fig. 5, *c*). În locul acestei scheme relativ complicate, se poate dispune pe jug o simplă înfăşurare terţiară, conectată în triunghi, care realizează amortizarea după metoda Buch şi Hueter.

Printr-un calcul corespunzător al circuitului magnetic şi folosind una din schemele descrise, se pot amortiza armonicele *5* şi *7* şi în general cele de ordinul $12\,n \pm 5$, unde n poate fi orice număr întreg sau zero. Se realizează astfel, un curent magnetizant practic sinusoidal.

Metoda de calcul al circuitului magnetic dată de W. Krämer [5] exprimă egalitatea puterilor magnetizante aparente pentru coloane şi juguri. Aşa de exemplu, cînd avem schimb de amperspire de armonice de ordinul *5* între două coloane şi o latură a triunghiului jugului avem

$$\sqrt{3}\, As_{5c} + As_{5j} = 0$$

iar pentru flux avem :

$$\Phi_{5c} = \sqrt{3}\, \Phi_{5j}$$

cu Φ_{5c} şi Φ_{5j} respectiv As_{5c} şi As_{5j} s-au notat armonicele *5* ale fluxului şi amperspirelor din coloană şi jug.

Dacă notăm cu As_j şi As_c fundamentala amperspirelor necesare pentru jug şi coloane, şi cu α_{5c} raportul între armonica *5* şi fundamentala amperspirelor magnetizante pentru coloane, la valoarea inducţiei din coloane şi cu α_{5j} acelaşi raport pentru jug, corespunzător inducţiei în jug, avem relaţia :

$$\Phi_{5c}\, As_c \,.\, \alpha_{5c} = \Phi_{5j}\, As_j\, \alpha_{5j}$$

care exprimă egalitatea energiilor magnetizante aparente. Dacă inducţia în coloane şi în jug ar avea aceeaşi valoare, ar rezulta teoretic, că între lungimea unei coloane şi cea a unei laturi a jugului trebuie să fie raportul $2/\sqrt{3}$. Deoarece, în practică dimensiunile ferestrei, miezului de fier al transformatorului sînt în alt raport, rezultă că vom putea utiliza relaţia enunţată, folosind în culasă inducţii mai mari.

În cazurile în care transformatorul urmează să fie înzestrat cu înfăşurare de egalizare stea-triunghi, ea se confecţionează pentru o tensiune coborîtă şi anume, pe coloane din tablă lată şi subţire, iar pe jug, din conductoare.

Fig. 6 redă cîteva exemple de realizări practice de miezuri de transformatoare, cuplate magnetic stea-triunghi. Transformatorul cu cinci coloane (fig. 6, *a*) echivalează cu un cuplaj magnetic stea-triunghi. Coloanele laterale oferă posibilitatea unei scindări a fluxului din coloanele bobinate, după diagrama vectorială din fig. 6, *b*. Se constată că fluxurile din porţiunile de jug *b* şi *c* şi cele din coloanele laterale sînt egale între ele şi defazate cu 120°. Coloana *a* apare din diagrama vectorială a fluxurilor ca o continuare a coloanei *d* şi din această cauză distribuţia fluxului în coloanele laterale şi jug este aceeaşi ca în cazul transformatorului tip Tempel ideal simetric. Simetria componentelor *a*, *b* şi *c* ale fluxului se obţine printr-o con-

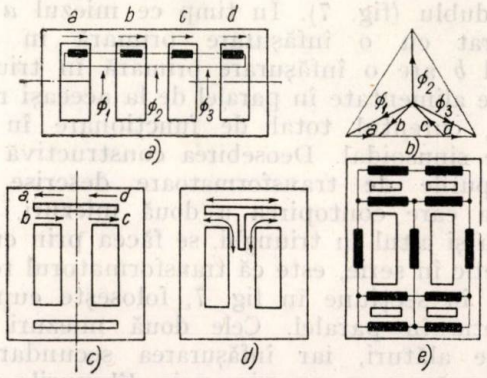


Fig. 6. Posibilităţi practice de realizare a miezurilor de transformator cu cuplaj magnetic stea-triunghi.

cordanţă convenabilă a valorii reluctanţelor părţilor circuitului magnetic, care au lungimi diferite. Obţinerea unui triunghi închis în reprezentarea vectorială a fluxurilor este de asemenea posibilă, prin folosirea unei înfăşurări

de egalizare. În cazul inducţiilor mari este utilă alimentarea înfăşurării de egalizare de la reţea sau de la înfăşurări dispuse pe coloane în acest scop. De altfel, la transformatorul cu cinci coloane, la care armonica *3* a fluxului se închide prin fier, deci poate avea amplitudini remarcabile, folosirea înfăşurării terţiare sau conectarea în triunghi a uneia din înfăşurările principale este neapărat necesară.

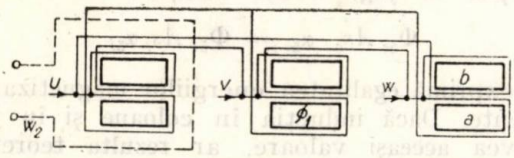


Fig. 7. Compensarea armonicelor prin cuplarea în paralel a două miezuri avînd înfăşurări de compensare respectiv în stea şi în triunghi.

Ne imaginăm că am tăiat coloanele laterale ale transformatorului cu cinci coloane, după liniile punctate din fig. 6, *a* şi apoi am reunit între ele părţile de sus şi respectiv cele de jos. Se obţine transformatorul cu trei coloane şi juguri despicate (fig. 6, *c*). Este posibil, de asemenea, să despicăm numai unul din juguri, celălalt rămînînd ca o continuare a coloanelor laterale (fig. 6, *d*). Pentru a realiza echilibrul puterilor magnetizante aparente necesare, tăietura jugului se continuă şi în coloana din mijloc, a cărei secţiune se face ceva mai mică decît a coloanelor laterale.

Dispunînd pe ambele juguri cîte o înfăşurare terţiară în triunghi, alimentată de la o înfăşurare situată pe coloane ca în fig. 6, *e* nu mai este necesar ca despicătura jugului să treacă dintr-o parte într-alta.

O altă metodă de a compensa automat armonicele de ordinul *5* şi *7* este bazată pe reunirea în paralel a două miezuri pentru a forma un miez dublu (fig. 7). În timp ce miezul *a* este înzestrat cu o înfăşurare primară în stea, miezul *b* are o înfăşurare primară în triunghi ambele alimentate în paralel de la aceeaşi reţea. Astfel, curentul total de funcţionare în gol, devine sinusoidal. Deosebirea constructivă faţă de tipurile de transformatoare descrise mai sus, la care contopirea a două miezuri, unul în stea şi altul în triunghi, se făcea prin cuplaj magnetic în serie, este că transformatorul reprezentat în secţiune în fig. 7, foloseşte cuplajul magnetic în paralel. Cele două miezuri sînt dispuse alături, iar înfăşurarea secundară le înconjoară ca pe un miez unic. Fluxurile magnetice în cele două coloane, care sînt înconjurate de o fază oarecare a înfăşurării secundare, sînt defazate între ele cu 30°, iar faţă de fluxul rezultant cu $\pm$ 15°. În această situaţie, înfăşurarea în stea furnizează exact armonicele de curent de ordinul *5* şi *7*, necesare înfăşurării în triunghi. Pentru a menţine aceeaşi inducţie magnetică în fier, este necesar ca secţiunea totală a coloanei unui astfel de transformator să fie mărită în raportul 1/cos 15°, adică cu 3,5% faţă de secţiunea coloanei unui transformator obişnuit. Acelaşi principiu de compensare reciprocă a armonicelor *5* şi *7*, între o înfăşurare în stea şi una în triunghi, este aplicat şi în schema din fig. 8 unde una din aceste înfăşurări constituie înfăşurarea primară, iar cealaltă este înfăşurarea unei simple bobine de inductanţă trifazate. Pentru a reduce la minim dimensiunile fierului, unul din jugurile transformatorului constituie şi latura de închidere a circuitului magnetic al inductanţelor.

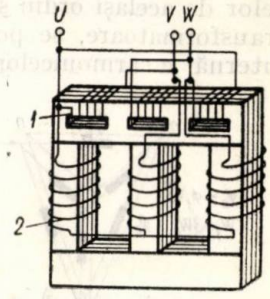


Fig. 8. Compensarea armonicelor de ordinul *5* şi *7* prin bobine de inductanţă :

1 – bobine de inductanţă, cuplate în triunghi ; *2* – înfăşurarea de joasă tensiune, cuplată în stea.

Verificări experimentale

Încercările experimentale confirmă prevederile teoretice şi permit să se constate eficacitatea mijloacelor propuse pentru compensarea armonicelor. În fig. 9 sînt prezentate oscilogramele curentului magnetizant al unui mic transformator cu cinci coloane, după Buch şi Hueter. Oscilogramele au fost ridicate pentru patru valori ale inducţiei între 1,3 şi 1,6 Wb/m². Se constată o amortizare perfectă a armonicelor pentru toate valorile inducţiei.

Pentru a releva influenţa înfăşurării de egalizare la un transformator de 3 000 kVA cu trei coloane şi juguri despicate (fig. 6, *e*), se arată în fig. 10 oscilograma curentului, în cazul cînd

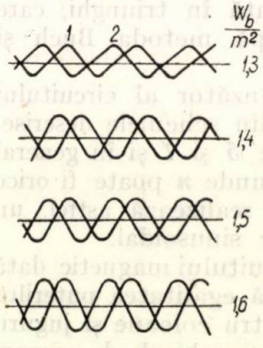


Fig. 9. Curentul magnetizant al unui transformator cu cinci coloane, după Buch şi Hueter :

1 – faza din mijloc ; *2* – o fază laterală.

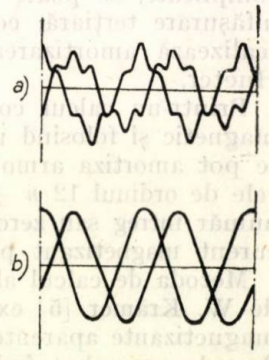


Fig. 10. Curentul magnetizant al unui transformator cu trei coloane şi juguri despicate :

a – cu înfăşurarea de egalizare deschisă ; *b* – cu înfăşurarea de egalizare închisă.

înfăşurarea de egalizare este deschisă *a* şi în cazul cînd această înfăşurare este închisă *b*. Se vede că rezultatul obţinut este cu totul satisfăcător.

Dacă s-ar realiza două transformatoare cu trei coloane cu aceleaşi date nominale şi acelaşi preţ de cost, însă, unul de construcţie obişnuită, iar altul cu juguri despicate şi înfăşurare de egalizare, rezultă că pentru primul se poate reduce mult valoarea inducţiei maxime în fier. Totuşi, încercările experimentale dovedesc că în curentul magnetizant al primului tip de transformator armonicele au valori mult mai mari.

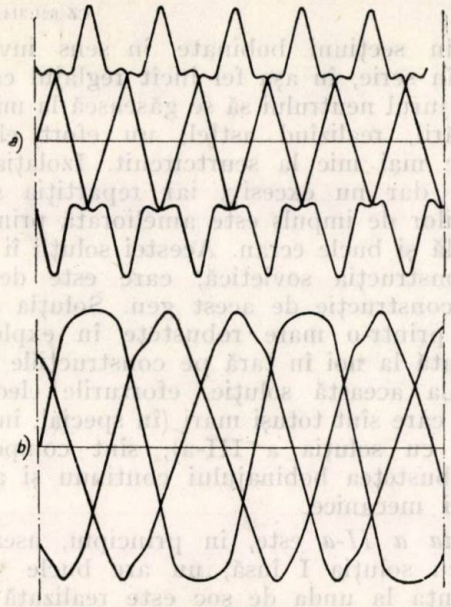


Fig. 11. Curentul de funcţionare la gol al unui transformator cu trei coloane, de 30 000 kVA : *a*-necompensat ; *b*-cu înfăşurare de compensare a armonicelor.

La un transformator de 30 000 kVA de aceeaşi construcţie, dar realizat mai puţin simetric din punct de vedere magnetic, curbele curentului de funcţionare la gol sînt date în fig. 11 *a* şi *b*. Într-adevăr, compensarea nu este perfectă, însă dacă s-ar suprima componentele nesimetrice ale armonicei *3*, armonica *5* ar dispare complet şi curentul ar deveni sinusoidal.

S-au construit şi se mai pot imagina şi alte variante de transformatoare trifazate, cu compensare a armonicelor, însă toate au la bază principiile enunţate.

Concluzii

Se aminteşte că pentru ca fluxul unui transformator să fie sinusoidal este necesar să i se furnizeze şi amperspire de frecvenţă triplă, într-un raport cu atît mai mare, faţă de amperspirele de frecvenţă fundamentală, cu cît saturaţia este mai mare.

Dacă schema de conexiune a înfăşurărilor nu permite să furnizăm armonica *3*, această armonică apare în curba fluxului şi totodată în curentul de funcţionare la gol, apar armonicele *5* şi *7* cu amplitudini care nu pot fi neglijate.

Se demonstrează teoretic că pentru un transformator cu fluxuri libere, armonicele de ordinul *5* şi *7* sînt în opoziţie faţă de cele ale unui transformator cu fluxuri forţate (după Buch şi Hueter). Aceeaşi constatare se face şi pentru două transformatoare cu fluxuri forţate, unul avînd înfăşurarea primară în stea, altul în triunghi, cum şi pentru un transformator cu trei coloane reunite prin juguri în triunghi, considerat ca rezultatul asamblării unui transformator cu circuitul magnetic şi electric în stea, cu altul cu aceste circuite în triunghi.

Rezultă că prin adoptarea unei secţiuni mici pentru coloanele de întoarcere a fluxului la transformatoarele cu cinci coloane, se poate găsi o situaţie intermediară între transformatoarele cu fluxuri libere şi cele cu fluxuri forţate, în care caz are loc o compensare automată a armonicelor *5* şi *7* din curentul magnetizant. Acelaşi efect de compensare se obţine şi în cazul alimentării în paralel a două transformatoare, înfăşurarea primară a unuia fiind conectată în stea, iar a celuilalt în triunghi, cum şi în cazul transformatoarelor cu circuitul magnetic stea-triunghi.

Se arată echivalenţa între transformatorul cu cinci coloane şi tipul clasic de transformator cu conexiune magnetică stea-triunghi.

Se citează cîteva tipuri constructive de transformatoare trifazate, realizate în vederea compensării armonicelor *5* şi *7* din curentul magnetizant.

Oscilogramele prezentate confirmă prevederile teoretice şi pun în evidenţă efectul de amortizare realizat prin folosirea dispozitivelor menţionate. Procedeul de compensare după Buch şi Hueter poate fi aplicat avantajos la transformatoarele de putere mică şi mijlocie. Cuplajul magnetic stea-triunghi a fost aplicat, cu succes, în special la puterile mari şi foarte mari. Din punctul de vedere al realizării practice, transformatoarele cu cinci coloane şi cele cu jug despicat par să constituie cele mai bune soluţii.

În ultimul timp, tablele cu orientare magnetică, cu mare permeabilitate, oferă o altă soluţie pentru a se ajunge la transformatoare de dimensiuni mai mici, limitînd armonicele la valori acceptabile, însă preţul de cost al acestor table este încă ridicat.

În general, pentru alegerea uneia dintre soluţiile menţionate, trebuie să se adopte varianta cea mai economică.

Bibliografie

[1] *Corlăţeanu V.* şi *Serban Gh.* : Amortizarea armonicelor de ordinul 3 la transformatoarele trifazate. Electrotehnica, **5** (1957)12, 395—404

[2] *Vidmar M.* : Die Transformatoren. ed. 3, Birkhäuser, Basel, 1956.

[3] *Biermanns J.* : Fortschritte in Transformatorenbau. Elektrotechn. Z. **58**(1937),622—626.

[4] *Buch R.* şi *Hueler E.* : Uber Transformatoren mit annähernd sinusförmigem Magnetisierungsstrom. Elektrotechn. Z., **57**(1936),933.

[5] *Krämer W.* : L'origine magnétique des harmoniques et leur suppression. C. I. G. R. E., (1937) I, rapp. 116.

Intrat în redacţie la 30. I. 1958.

Un bobinaj de tip special pentru transformatoarele de mare putere şi tensiune înaltă

ŞTEFAN GROSU, MIHAI CIGUSIEVICI, VALERIU STANCIU şi IANCU COJOCARU — Craiova*)

Comportarea în exploatare a transformatoarelor de înaltă tensiune şi mare putere depinde în mare măsură de soluţia adoptată pentru bobinajul de înaltă tensiune. In articol se analizează soluţiile curente adoptate în tehnica modernă şi se prezintă un tip original de bobinaj elaborat la E. P.

CZ 621.314.222.045.5

Construcţia transformatoarelor de mare putere şi tensiune înaltă este determinată, în primul rînd, de soluţia adoptată pentru bobinajul de înaltă tensiune [1, 2, 3, 4].

La fabrica „Electroputere" problema alegerii unui bobinaj de înaltă tensiune cu reglaj sub sarcină, care ar corespunde atît necesităţilor de siguranţă în exploatare cît şi necesităţilor tehnologice şi economice, s-a pus, în special, în legătură cu construcţia transformatoarelor de 10 MVA, 110 kV, cu 3 înfăşurări, cu reglaj sub sarcină.

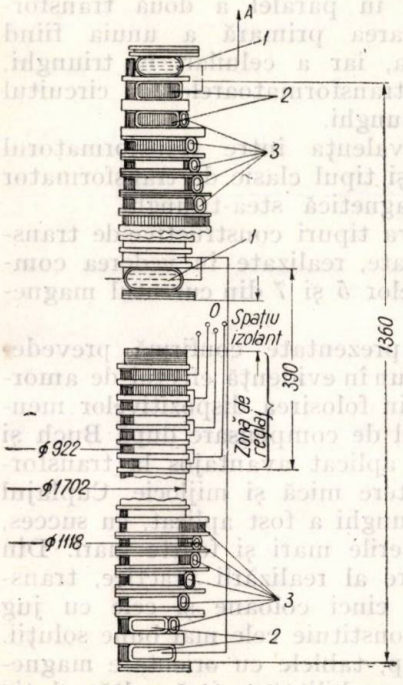


Fig. 1. Schema bobinajului de înaltă tensiune, cu protecţie prin bucle ecran, în construcţie uzuală :
1 — inel de gardă ; *2* — galeţi supraizolaţi ; *3* — bucle ecran.

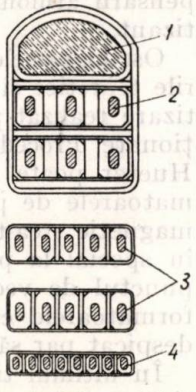


Fig. 2. Schema la un bobinaj cu izolaţie întărită :
1 — inel de gardă ; *2* — spire supraizolate ; *3* — galeţi cu izolaţie întărită ; *4* — galeţi normali.

Dacă se analizează construcţiile de acest gen existente în tehnica mondială, se constată că ele corespund, în general, următoarelor trei soluţii :

Soluţia I reprezentată schematic în fig. 1, foloseşte un bobinaj de tip continuu, format din secţiuni bobinate în sens invers şi legate în serie, în aşa fel încît reglajul care se face în jurul neutrului să se găsească la mijlocul înfăşurării, realizînd astfel, un efort electrodinamic mai mic la scurtcircuit. Izolaţia este întărită dar nu excesiv, iar repartiţia supratensiunilor de impuls este ameliorată prin inele de gardă şi bucle ecran. Acestei soluţii îi aparţine construcţia sovietică, care este de fapt prima construcţie de acest gen. Soluţia se remarcă printr-o mare robusteţe în exploatare (verificată la noi în ţară pe construcţiile sovietice). La această soluţie, eforturile electrodinamice care sînt totuşi mari (în special, în comparaţie cu soluţia a III-a), sînt compensate prin robusteţea bobinajului continuu şi a construcţiei mecanice.

Soluţia a II-a este, în principiu, asemănătoare cu soluţia I însă, nu are bucle ecran. Rezistenţa la unda de şoc este realizată printr-o sporire a izolaţiei, între spire şi galeţi. Această soluţie este, în general, corespunzătoare prevederilor standardelor britanice (fig. 2).

Soluţia a III-a este aşa-zisa soluţie a bobinajului stratificat antirezonant (fig. 3). Reglajul se face pe ultimul strat, cu prizele de reglaj înfăşurate în paralel (din punctul de vedere al aşezării) şi pe toată înălţimea bobinajului, fapt care permite o atenuare sensibilă a eforturilor de scurtcircuit. Acest bobinaj al cărui reprezentant tipic (pentru noi) este bobinajul transformatoarelor germane VEM are teoretic mari

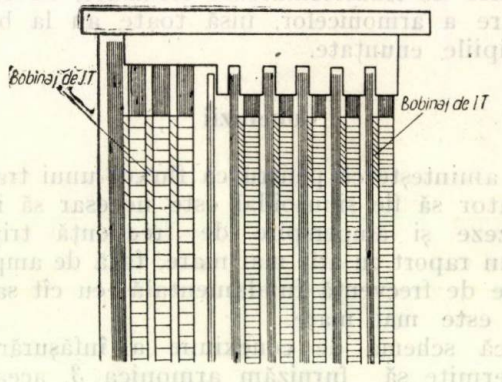


Fig. 3. Schema bobinajului stratificat.

avantaje. El ar trebui să reziste în bune condiţii la supratensiuni, fiind simetric, conduce la eforturi axiale mici şi este economic, ocupînd

*) Conf. Ing. *St. Grosu* este ing. proiectant la fabrica de transformatoare Electroputere — Craiova
Ing. *M. Cigusievici* este inginer principal în Direcţia Energiei Electrice
Ing. *V. Stanciu* este şeful serviciului control la Electroputere şi şef de lucrări la Institutul Tehnic Craiova
Ing. *I. Cojocaru* este inginer la fabrica Electroputere.

un spaţiu relativ redus. Din punct de vedere tehnologic se execută mai greu şi necesită mai mulţi cilindri de pertinax. Exploatarea acestor bobinaje a dat rezultate negative, aproape totalitatea transformatoarelor de acest gen, folosite în ţara noastră, s-au defectat după un timp relativ mic de funcţionare.

Afară de cele trei soluţii arătate, se mai întîlnesc şi altele utilizate mai puţin. Astfel, la unele construcţii protecţia se bazează pe o altă distribuţie a ecranelor, pe introducerea de rezistenţe, pe încrucişeri de spire etc.

Uneori reglajul formează un cilindru concentric cu bobinajul principal şi, spre deosebire de soluţia a III-a, spirele secţiunilor de reglaj sînt aşezate în serie şi nu, în paralel.

Soluţia a IV-a. Secţia de proiectări a fabricii Electroputere a mai propus un bobinaj de tip original (fig. 4), format dintr-un bobinaj principal continuu B şi un bobinaj stratificat special pentru reglaj R, montat la una din extremităţile coloanei. Calculele teoretice prezintă următoarele avantaje: o construcţie mai economică chiar decît aceea din soluţia a III-a, eforturi electrodinamice comparabile cu acelea din soluţia I, cum şi unele calităţi speciale în legătură cu distribuţia undei de impuls cu simplificarea sistemului de bucle ecran faţă de soluţia I, prin desfiinţarea lor în zona de trecere între cele două bobinaje şi o construcţie tehnologică uşor de executat. În legătură cu acest bobinaj în momentul întocmirii proiectului transformatorului Electroputere de 10 MVA, 110 kV nu existau nici un fel de date experimentale. Din această cauză, folosirea pe scară largă a bobinajului IV a fost amînată, experimentarea făcîndu-se numai pe două transformatoare VEM de 10 MVA-110/38,5/6 kV cu reglaj sub sarcină, ale căror bobinaje originale de 110 kV fusese deteriorate.

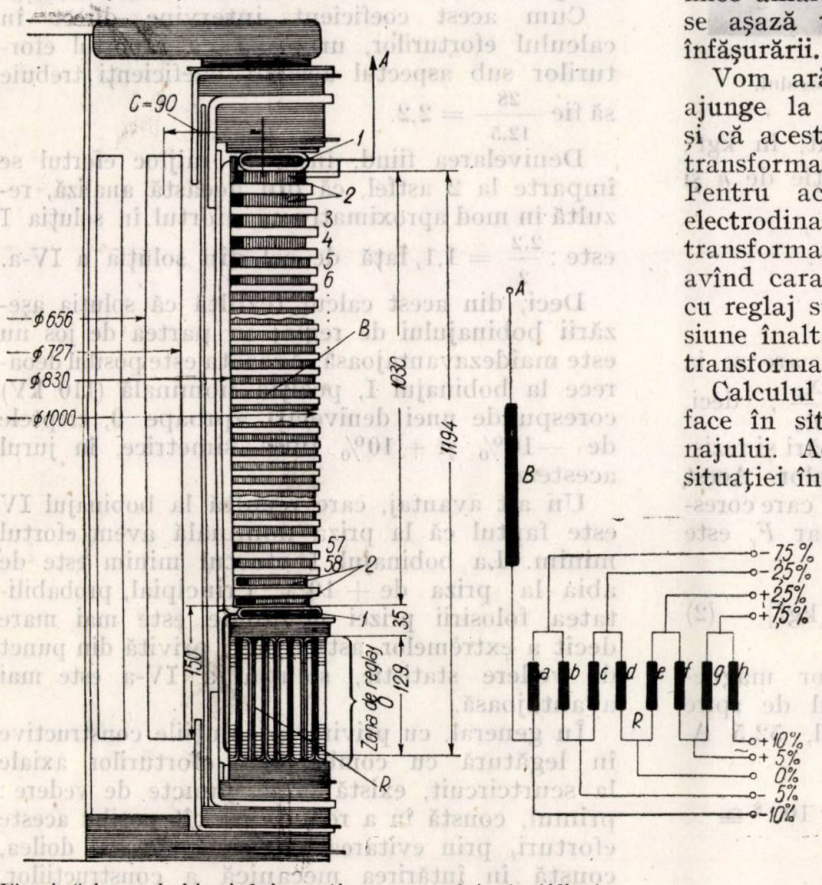


Fig. 4. Schema bobinajului continuu cu reglaj stratificat: *1* – inel de gardă; *2* – galeţi de intrare supraizolaţi.

În cadrul acestui articol se vor analiza rezultatele obţinute prin calcul, prin încercări la platformă şi în exploatare, cu acest gen de bobinaj.

Calculul eforturilor axiale de scurtcircuit

Acest bobinaj, cu zona de reglaj la un capăt, contrazice la prima vedere anumite reguli elementare, privitoare la eforturile electrodinamice axiale. Din această cauză, zona de reglaj se aşază totdeauna în mijlocul geometric al înfăşurării.

Vom arăta că în soluţia propusă se poate ajunge la eforturi de scurtcircuit acceptabile şi că aceste eforturi nu sînt mai mari decît la transformatoarele echivalente din soluţia I. Pentru aceasta vom da calculul eforturilor electrodinamice axiale la scurtcircuit, pentru transformatorul realizat după soluţia a IV-a, avînd caracteristicile 10 MVA, 110/38,5/6,3 kV cu reglaj sub sarcină $\pm$ 10% pe partea de tensiune înaltă şi un calcul comparativ pentru un transformator echivalent realizat după soluţia I.

Calculul care formează obiectul discuţiei se face în situaţia cea mai defavorabilă a bobinajului. Aceasta corespunde în ambele cazuri situaţiei în care, la bobinajul cu poziţie mijlocie s-ar produce un scurtcircuit la borne, iar bobinajul de înaltă tensiune s-ar găsi pe priza de −10%. În aceste cazuri la bobinajul de înaltă tensiune lipseşte porţiunea de reglaj R.

Calculul a fost orientat după „Determinarea forţelor axiale în transformatoarele electrice de mare putere" [2]. Din acest studiu rezultă că pentru cazul considerat, rezultatele cele mai exacte le dă metoda N. I. Bulgacov [2]. Semnificaţia mărimilor bobinajului folosite în acest calcul este arătată în fig. 4. După această lucrare forţa axială este:

$$F_{ax} = K_a \frac{h}{100} F_{rk} \text{ [kgf]} \qquad (1)$$

în care:

$h = \frac{l}{H_1} 100$;

l – lungimea denivelării;

H_1 – înălţimea bobinajului, în mm;

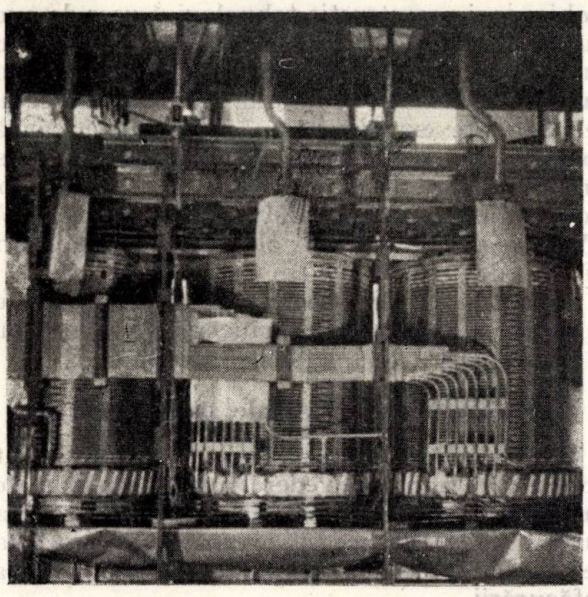


Fig. 5. Vedere laterală a transformatorului.

F_{rk} — forţa radială de scurtcircuit, în kgf;
K_a — un factor care se ia în funcţie de h şi de $\frac{H_1}{C}$ din tabele

$$F_{rk} = K^2 \left(\frac{100}{U_k}\right)^2 F_r \text{ [kgf]}$$

unde K este coeficientul de impuls care se ia din tabele în funcţie de raportul $\frac{X_k}{R_k}$, deci, de raportul dintre reactanţa de scăpări şi rezistenţa echivalentă a transformatoarelor. Acest raport este aproximativ 10, pentru care corespunde o valoare a lui $K^2 = 2{,}9$, iar F_r este forţa radială la curentul nominal

$$F_r = 6{,}4\ (I_n\sqrt{2})^2 \frac{D_{med}}{H_1} 10^{-8} \text{ [kgf]} \qquad (2)$$

în care I_n corespunde amperspirelor magnetizante ale unei înfăşurări. Numărul de spire fiind de 1 298, iar curentul nominal, 52,5 A.

În cazul nostru rezultă:

$$F_1 = 6{,}4(52 \cdot 1\,298 \cdot \sqrt{2})^2 \frac{3{,}14.778}{1\,180} 10^{-8} \cong$$

$$\cong 1\,200 \text{ kgf}$$

Considerînd $U_k = 12\%$ avem

$$h = \frac{150}{1194} \times 100 = 12{,}5\%$$

$$K_a = 1{,}75 \qquad \frac{H_1}{C} = 13{,}2.$$

Pentru calculul forţelor axiale avem:

$$F_{ax} = 1{,}75 \times 0{,}125 \times 240 = 52{,}5 \text{ t} . \qquad (3)$$

După părerea acad. I. S. Gheorghiu, reluînd o formulă mai veche a lui Denis Papin, în calcul trebuie folosit curentul eficace şi nu cel de vîrf. În acest caz rezultă o forţă pe jumătate faţă de cea calculată de noi.

Pentru ipoteza că am fi realizat reglajul la mijloc (ca în bobinajul din fig. 1) vom face un calcul condus însă, numai principial.

În aceste împrejurări, denivelarea la priza de 10%, care dă maximum de eforturi, ar fi de circa 390 mm(ne referim la bobinajul real). Formulele care determină efortul axial sînt cele folosite la calculul făcut pentru bobinajul IV. Coeficienţii sînt aproximativ aceiaşi, deoarece considerăm acelaşi număr de spire (aceasta fiind impus prin construcţia existentă). Diferă esenţial două elemente. Coeficientul $h = \frac{l}{H_1} 100$, care în cazul al doilea este $\frac{390}{1\,360} 100 \cong 28\%$. În primul caz, acest coeficient este de 12, 5%.

Cum acest coeficient intervine direct în calculul eforturilor, urmează ca raportul eforturilor sub aspectul acestor coeficienţi trebuie să fie $\frac{28}{12{,}5} = 2{,}2$.

Denivelarea fiind, însă, la mijloc efortul se împarte la 2 astfel, că din această analiză, rezultă în mod aproximativ că efortul în soluţia I este: $\frac{2{,}2}{2} = 1{,}1$, faţă de cel din soluţia a IV-a.

Deci, din acest calcul rezultă că soluţia aşezării bobinajului de reglaj în partea de jos nu este maidezavantajoasă. Aceasta este posibil deoarece la bobinajul I, poziţia nominală (110 kV) corespunde unei denivelări aproape 0, treptele de -10% şi $+10\%$ fiind simetrice, în jurul acesteia.

Un alt avantaj, care rezultă la bobinajul IV este faptul că la priza nominală avem efortul minim. La bobinajul I efortul minim este de abia la priza de $+10\%$. Principial, probabilitatea folosirii prizei nominale este mai mare decît a extremelor, astfel încît privită din punct de vedere statistic, soluţia a IV-a este mai avantajoasă.

În general, cu privire la soluţiile constructive în legătură cu combaterea eforturilor axiale la scurtcircuit, există două puncte de vedere: primul, constă în a reduce pe cît posibil aceste eforturi, prin evitarea denivelărilor; al doilea, constă în întărirea mecanică a construcţiilor, încît să reziste eforturilor. După experienţa pe care o avem cu construcţiile noastre şi cu unele construcţii străine, cel de al doilea punct de vedere ni se pare cel mai potrivit.

Tabela 1

Priza	IT – JT	MT IT
$+4 \times 2{,}5\%$	$U_k = 19{,}05\%$	
Nominal	$U_k = 18{,}7\%$	$U_k = 12{,}15\%$
$-4 \times 2.5\%$	$U_k = 21\%$	

În ce priveşte tensiunea de scurtcircuit, s-au obţinut la platforma de încercări rezultatele din tabela 1.

Comportarea la unda de impuls

Pentru a studia repartiţia tensiunii pe înfăşurarea transformatorului, în afară de anumite calcule preliminarii făcute în faza de proiectare a acestuia, s-au efectuat încercări cu un generator de impulsuri repetate cu tensiune redusă.

Dintr-o primă analiză a acestor încercări rezultă că comportarea la unda de impuls a bobinajului propus prezintă unele avantaje faţă de comportarea altor tipuri de bobinaje prevăzute cu reglaj sub sarcină.

Comportarea în exploatare

Primul transformator folosind acest gen de bobinaj a fost pus în exploatare pe data de 26 mai 1957 şi de atunci funcţionează în continuare în bune condiţii. Reglajul sub sarcină decurge în mod normal. Regiunea în care funcţionează este în imediată apropiere a Bucureştiului. Dacă considerăm că perioada periculoasă, în privinţa tensiunilor atmosferice este formată din lunile iunie, iulie, august, şi că în acest an, în acest interval, au fost numeroase şi puternice descărcări atmosferice, se poate considera că acest transformator a suportat în bune condiţii şi din punctul de vedere al supratensiunilor, un an de exploatare. În ultimul timp a fost pus în exploatare încă un transformator de acelaşi tip care funcţionează în bune condiţii.

Concluzii

Acest bobinaj a fost folosit cu bune rezultate, deocamdată pentru reparaţii, volumul lui redus constituind un argument decisiv.

Deşi, experimentarea acestui bobinaj mai trebuie completată, totuşi după rezultatele, obţinute pînă în prezent, credem că poate constitui o soluţie foarte avantajoasă pentru construcţii noi. Avantajele acestui bobinaj sînt:

a) Un volum redus (cu circa 15% mai mic decît în cazul că se foloseşte soluţia I) care, permite micşorarea construcţiei, în general, şi economie de materiale. Astfel, pe baza unor calcule preliminare, aceste economii raportate la întreaga construcţie, la un bobinaj cu izolaţie degresivă sînt de ordinul 10% (tot în comparaţie cu soluţia I).

b) Execuţie uşoară şi construcţie rezistentă. Trebuie remarcat faptul că sistemul de protecţie prin capacităţi este mai redus faţă de cel din soluţia I.

Bobinajul poate fi încă ameliorat. Astfel, prin montarea părţilor de reglaj la partea superioară se pot simplifica legăturile la comutatorul de reglaj sub sarcină, iar prin scoaterea legăturilor de reglaj la un singur capăt, se poate micşora intervalul dintre bobinajul principal şi cel de reglaj, ceea ce are ca urmare, o ameliorare a eforturilor de scurtcircuit axiale, a variaţiei tensiunii de scurtcircuit între prize şi, probabil, a repartiţiei undei de impuls, afară de micşorarea spaţiului ocupat de bobinaj.

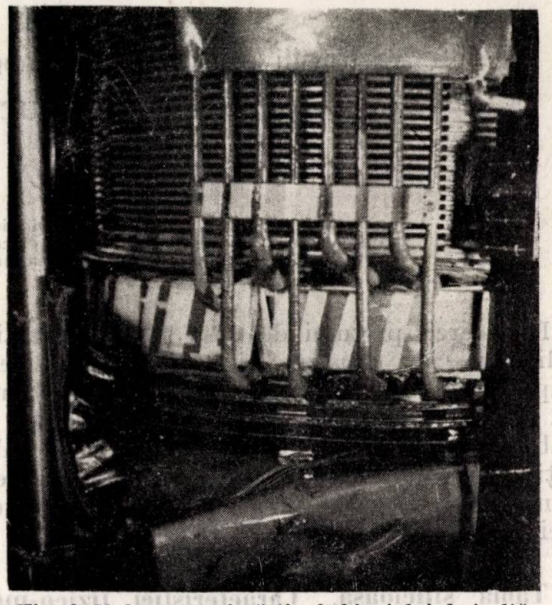


Fig. 6. Vedere a unei părţi a bobinajului de înaltă tensiune cu zona de reglaj.

Acest bobinaj, după părerea noastră, este potrivit pentru tensiuni înalte. Experimentarea lui s-a făcut la 110 kV. Din analiza celor arătate pînă acum se poate trage concluzia că folosirea acestui bobinaj este chiar mai avantajoasă la tensiunea de 220 kV.

Autorii ţin să mulţumească pe această cale tov. prof. Ing. Alex. Nicolau şi tov. Gh. Panghe pentru sprijinul acordat la realizarea acestui bobinaj.

Bibliografie

[1] *Parteni C. A.* şi *Antoniu I. S.* : Comportarea maşinilor electrice la unda de şoc. Monografii de tehnică IV. Ed. Academiei R. P. R. 1957.

[2] *Gheorghiu I. S., Fransua Al.* şi *Moraru A.* : Determinarea forţelor axiale în transformatoarele electrice de mare putere. Ed. Academiei R. P. R., 1953.

[3] *Petrov G. N.* : Electriceschie maşini. Pervaia ciasti, izdanie vtaroie, pererabotanoie. Gosenergoizdat Moscova — Leningrad, 1956.

[4] *Sirotinski L. I.* : Tehnica tensiunilor înalte. Ed. Tehnică Bucureşti, vol. II, 1956.

[5] *Parteni C. A.* : Consideraţii asupra problemei supratensiunilor la transformatoare, Electrotehnica **1**(1953) 11,1—7.

[6] *Froadewaux J.* : Quelques aspects de l'essais au choc des transformateurs, Revue Sécheron, (1956) 25,30—34.

[7] *Grosu St.* : Probleme în legătură cu construcţia transformatoarelor, Probleme şi realizări electrotehnice. Ed. ASIT—Craiova, (1956)39—51.

[8] *Stanciu V.* : Cercetări experimentale în legătură cu supratensiunile la transformatoare, Probleme şi realizări Electrotehnic, Ed. ASIT—Craiova, (1957)52—60.

[9] *Grosu St.* : Probleme în legătură cu construcţia transformatoarelor de mare putere, Electrotehnica, **2**, (1954)4,121—130.

Intrat în redacţie la 3. II. 1958.

Consideraţii asupra tehnologiei de tratare a miezurilor magnetice în construcţia transformatoarelor

EMIL MIRZAN şi NICOLAE NIŢA — Craiova*)

Îmbunătăţirea continuă a tehnologiei de fabricaţie a transformatoarelor este strîns legată de tratarea tolelor folosite în construcţia circuitului lor magnetic. În articol sînt expuse consideraţii asupra acestor probleme dîndu-se recomandări în această privinţă.

CZ 621.314.2.042.14

Reducerea preţului de cost şi îmbunătăţirea calitativă a construcţiei transformatoarelor, impune pe lîngă o dimensionare economică, un studiu amănunţit asupra posibilităţilor de îmbunătăţire continuă a tehnologiei de fabricaţie existente. Adoptarea unor variante economice este legată direct de nivelul tehnologiei existente.

1. Tabla silicioasă. Caracteristici fizico-metalurgice. Proprietăţi magnetice

Cel mai eficace element de aliere pentru tabla destinată construcţiei miezurilor magnetice este siliciul. Efectul siliciului din soluţia solidă

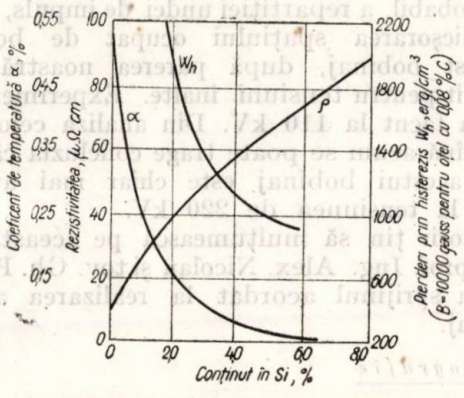


Fig. 1. Variaţia rezistivităţii electrice şi a pierderilor în funcţie de conţinutul de Si.

Fe-Si asupra îmbunătăţirii proprietăţilor magnetice este redat în fig. 1, [1].

În cazul unui conţinut de 4% Si, rezultă o creştere a rezistenţei electrice de aproximativ 6 ori, ceea ce duce la o micşorare în consecinţă a curenţilor turbionari şi, deci, a pierderilor corespunzătoare. Creşterea conţinutului de Si contribuie, de asemenea, la o micşorare sensibilă a forţei coercitive şi implicit, a pierderilor prin histerezis. În acelaşi timp, apare o creştere a permeabilităţii magnetice în cîmpuri slabe şi mijlocii.

O scurtă prezentare a diagramei de echilibru Fe-Si reprezentată în fig. 2 ne va permite să explicăm rezultatele cantitative obţinute în urma experienţelor efectuate asupra îmbunătăţirii calitative a tolelor prin tratamente termice [1].

Siliciul formează cu Fe soluţii solide α şi γ cu un conţinut maxim de 18% Si şi cîteva combinaţii chimice: Fe_3Si_2 (η) cu un conţinut

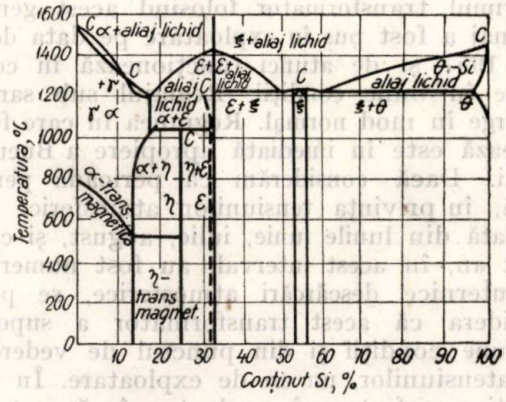


Fig. 2. Diagrama diferitelor stări ale aliajului Fe-Si.

de 25—28% Si; FeSi (ε) cu un conţinut de 33,7% Si; $FeSi_2$(θ) cu un conţinut de 53—57% Si. Pentru a-şi menţine proprietăţile mecanice necesare prelucrărilor mecanice conţinutul de siliciu al tablei de transformator este limitat la 4—4,5% Si. Interes electrotehnic prezintă deci domeniul soluţiilor solide. Siliciul are ca

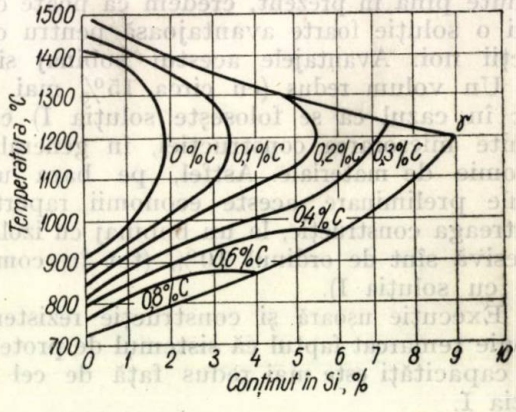


Fig. 3. Influenţa siliciului asupra închiderii domeniului γ.

efect micşorarea domeniului de existenţă al fierului γ (închiderea domeniului γ) după cum rezultă din fig. 3, reducînd de asemenea, punctul Curie [1].

*) E. Mirzan este inginer tehnolog la Întreprinderea Electroputere-Craiova, sectorul Transformatoare.
N. Niţă este inginer tehnolog la Întreprinderea Electroputere Craiova, sectorul Transformatoare.

2. Influența prelucrărilor mecanice asupra structurii și proprietăților magnetice ale tablei silicioase

Prelucrările mecanice la care sînt supuse tolele în procesul tehnologic al confecționării miezurilor ca tăierile, ștanțările, debavurările, duc la o deformație plastică a structurii cristaline în regiunea prelucrată. Deformația plastică provoacă alunecări în metal, care contribuie la o divizare a grăunților (fărîmițarea structurii) [3].

Fenomenul variației structurii în regiunea prelucrată este cu atît mai evident, cu cît ascuțirea cuțitelor ghilotinei de tăiat tabla este mai proastă, cu cît jocul între poanson și matriță este mai mare și cu cît debavurarea se face prin metode, care duc la o deformare a structurii cristaline. Regiunea deformată se întinde pe o lățime de circa 5 mm pe întregul contur prelucrat, conform datelor furnizate, pînă în prezent de A. S. Zaimovski și V. V. Usov [2]. Această deformare a structurii cristaline poartă numele de ecruisare. Ecruisarea are ca efect mecanic mărirea durității, iar ca efect magnetic mărirea pierderilor prin histerezis, datorită măririi forței coercitive și micșorării permeabilității magnetice, ca urmare a divizării grăunților de cristale [2], [5].

3. Tratarea termică a tolelor. Procesul tehnologic. Rezultate

Analizînd fig. 3 se constată că atunci cînd conținutul în carbon al tablei silicioase este mai mic de 0,015 % carbon, domeniul γ se închide la un conținut de aproximativ 2,2% Si. De aici se poate trage concluzia, că tabla silicioasă de transformator cu un conținut de 4% Si nu prezintă domeniul γ , deci încălzirea și răcirea sa nu produc transformări $\alpha \rightleftarrows \gamma$. Transformările de acest fel fiind alotropice, ar conduce la o micșorare (fărîmare) a grăunților de cristale. Din contra, în cazul tablei de transformator, tratamentul termic de recoacere conduce la o mărire a granulației. Datorită deformării rețelei cristaline straturile superficiale ale fiecărei granule au permeabilitate scăzută și pierderi mai ridicate. Din această cauză, după cum arată experiențele, micșorarea granulației produce o slăbire a proprietăților magnetice. După A. S. Zaimovski și V. V. Usov valoarea reluctivității minime este dată de relația :

$$\rho_{min} = a \ N^m + b$$

în care N reprezintă numărul de granule pentru milimetrul pătrat, iar a, b, m sînt coeficienți care depind de conținutul de siliciu [2].

Pentru tabla de transformatoare obișnuită $a = 0{,}55$; $b = 5{,}6$; $m = 1$. După aceiași autori celelalte proprietăți magnetice depind de granulație, după cum rezultă din tabela 1.

Tabela 1

Nr. de granule pe 1 mm²	0,2	0,5	1	5	10	20
Reluctivitatea minimă 10^5Oe/Gauss	5,7	5,87	6,15	8,35	11,1	16,6
Permeabilitatea maximă Gauss/Oe.	17 800	17 000	16 450	12 000	9 000	6 050
Forța coercitivă, (Oe)	0,22	0,23	0,24	0,33	0,43	0,65
Pierderile prin histerezis, (erg/cm³)	620	640	655	610	1 200	1 790

Experiențe asupra recoacerii au fost efectuate la uzina Electroputere într-un cuptor electric, tolele fiind așezate sub formă de pachete în lăzi cu nisip de cuarț, pentru a se evita pe cît posibil accesul aerului, care ar oxida tolele. Încălzirea tolelor a fost făcută pînă la o temperatură de circa 760°C, menținîndu-se aceasta timp de circa 1,5 ore, după care cuptorul a fost lăsat să se răcească cu o viteză de circa 40°C/h. Despachetarea lăzii a fost făcută la temperatura ambiantă. În urma tratamentului termic aplicat s-a efectuat o serie întreagă de măsurători asupra pierderilor în fier. Pentru tole din tablă sovietică de dimensiuni 30 × 500 mm, avînd ștanțată o gaură la mijloc, pierderile specifice la inducția de 10.000 Gauss au scăzut de la 1,485 W/kg la 1,211 W/kg adică cu 22,5 %.

Pentru tole cu suprafață mare au fost efectuate măsurători cu ajutorul unui ferometru Tesla în zone centrale (departe de marginile care au suferit prelucrări mecanice). În urma tratamentului s-au constatat îmbunătățiri de circa 2,5%. Aceasta datorită creșterii granulației în întreaga masă a tablei. Analizînd rezultatele obținute s-a tras concluzia că în cazul tolelor de dimensiuni 30 × 500 mm diferența procentuală de 20% se datorește influenței îmbunătățirii calitative a zonei marginale.

Aceste rezultate au permis stabilirea unor relații cantitative asupra îmbunătățirii proprietăților magnetice în urma tratării termice, valabile pentru tabla de transformatoare E 4, de fabricație sovietică și pentru condițiile industriale de lucru.

Pentru reducerea pierderilor în fier, în urma tratării după procedeul tehnologic descris mai înainte s-a stabilit relația generală :

$$\eta = \left(K \frac{L + l}{Ll} + 2{,}5 \right) \%$$

în care :

η este reducerea pierderilor în fier în %;
K — coeficient de reducere a pierderilor în zona marginală; pentru tabla de construcţie sovietică şi pentru tehnologia de prelucrare existentă (cuţite de ghilotină bine ascuţite şi debavurare la polizor) a fost găsit $K=566$;
L — lungimea tolei, în mm;
l — lăţimea tolei, în mm.

Efectul îmbunătăţirii tolelor recoapte de diverse dimensiuni este reprezentat în fig. 4.

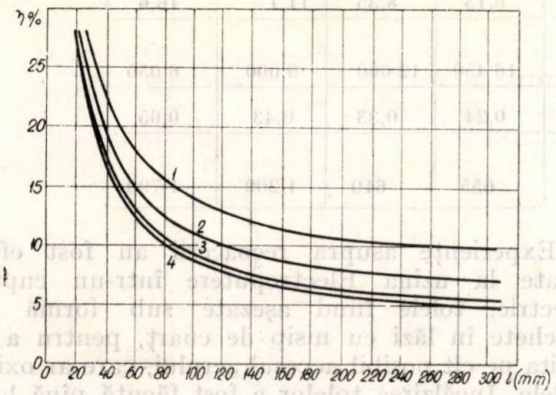


Fig. 4. Reducerea pierderilor în fier în funcţie de lăţimea tolelor:
1 — pentru $L = 100$ mm; *2* — pentru $L = 200$ mm; *3* — pentru $L = 500$ mm; *4* — pentru $L = 1\,000$ mm.

Generalizarea relaţiei (1) permite să se stabilească reducerea procentuală a pierderilor în miezurile transformatoarelor de forţă. Această reducere este dată astfel, de relaţia:

$$\eta = \left[K \frac{\sum_{a=1}^{m} n_a \left(\frac{1}{L_a} + \frac{1}{l_a} \right)}{\sum_{a=1}^{m} n_a} + 2{,}5 \right] [\%]$$

în care :

K este coeficientul de reducere marginal = 566;
m — numărul grupelor de tole de aceleaşi dimensiuni care compun miezul;
n_a — numărul de bucăţi de tole care compun grupa „a”;
L_a — lungimea tolei din grupa „a”, în mm;
l_a — lăţimea tolei din grupa „a”, în mm.

4. Exemplu de calcul

Tabela 2 ilustrează un exemplu de calcul pentru transformatorul 25/50 kVA — 6,3/0,4 kV.

Tabela 2

Denumirea grupei	n_a	$L_a \times l_a$	$n_a \left(\frac{1}{L_a} + \frac{1}{l_a} \right)$
Tolă mică jug treapta IV,V	160	258 × 74	2,780
Tolă mică jug treapta II — III	255	258 × 107	3,380
Tolă mică jug treapta I	215	258 × 128	2,510
Tolă mare jug treapta V	40	472 × 74	0,625
Tolă mare jug treapta IV	44	442 × 74	0,693
Tolă mare jug treapta III	55	420 × 107	0,645
Tolă mare jug treapta II	75	403 × 107	0,888
Tolă mare jug treapta I	110	388 × 128	1,140
Tolă coloană treapta V	115	363 × 44	2,930
Tolă coloană treapta IV	130	363 × 74	2,117
Tolă coloană treapta III	165	363 × 96	2,170
Tolă coloană treapta II	225	363 × 113	2,620
Tolă coloană treapta I	325	363 × 128	3,430
	$\sum_{a=1}^{13} n_a = 1914$		$\sum_{a=1}^{13} n_a \left(\frac{1}{L_a} + \frac{1}{l_a} \right) = 25{,}928$

Rezultă $\eta = 566 \frac{25{,}928}{1\,914} + 2{,}5 = 10{,}18\ \%$.

5. Concluzii. Recomandări

Fenomenul influenţei negative a ecruisării asupra proprietăţilor magnetice este cunoscut. Încercările noastre au avut drept scop evaluarea cantitativă a fenomenului şi stabilirea unor relaţii aplicabile în cazul miezurilor magnetice ale transformatoarelor de forţă, elemente pe care nu le-am găsit în literatura tehnică.

Rezultatul calculului aplicat la transformatoarele de putere mică este dat în tabela 3.

Analizînd rezultatele obţinute se observă că îmbunătăţirea proprietăţilor magnetice ale tolelor de transformator în urma tratamentului termic descris este eficace în special pentru lăţimi mici, deci pentru transformatoare de putere redusă. Complicaţia pe care o comportă procesul tehnologic al recoacerii este justificată în special, pentru transformatoarele de putere mică şi mijlocie. Menţionăm că procesul tehnologic al despachetării miezurilor, în cazul remanierilor sau reparaţiilor, duce la o accentuare simţitoare a fenomenului de ecruisare şi, deci, la o mărire corespunzătoare a eficacităţii tratamentului termic.

Tratamentul apare de asemenea, ca absolut necesar în cazul transformatoarelor de măsură, unde reducerea pierderilor în fier condiţionează în mod direct micşorarea erorilor.

Tabela 3

Tipul transformatorului	η	Tipul transformatorului	η	Tipul transformatorului	η
10/20 kVA — 6/0,4 kV	11,6	100 kVA 6/0,4 kV	8,55	240 kVA 6/0,4 kV	7,76
25/50 kVA — 6/0,4 kV	10,18	180 kVA 15/0,4 kV	7,86	420 kVA 6/0,4 kV	6,97

Bibliografie

[1] *Contorovici I. E.* : Tratamentul termic al oţelului şi fontei. Ed. Tehnică 1953, p. 66—88 şi 386—388.
[2] *Zaimovski A. S.* şi *Usov V. V.* : Metale şi aliaje electrotehnice. Ed. Energetică de Stat 1952, p. 69—79 şi 93—100.
[3] *Guliaev A. P.* : Tratamentul termic al oţelului. I. D. T. 1954, p. 361—315.
[4] *Bogdanov S. G.* : Studiul metalelor şi tratamentul termic al oţelului. Ed. Tehnică 1952, p. 55—66.
[5] *Cascenco G. A.* : Bazele metalurgiei fizice. Ed.Tehnică 1952, p. 248—254.

Intrat în redacţie la 1.1.1. 1958

Principii noi de construcţie la transformatoarele de mică putere

ŞTEFAN GROSU, IANCU COJOCARU şi DUMITRU TOGUI — Craiova*)

La Fabrica „Electroputere" se folosesc noi principii de construcţie a transformatoarelor de mică putere, în special a celor pentru electrificările rurale. Rezultatele bune obţinute în exploatarea acestor transformatoare sugerează extinderea acestor principii şi la alte tipuri de transformatoare. În articol sînt prezentate aceste principii indicîndu-se şi posibilităţile lor de extindere.

CZ 621.314.2.002

Într-un articol anterior [1] s-a arătat un tip de transformator avînd la bază o serie de principii constructive, unele cu totul diferite de principiile obişnuite astăzi. Aceste principii pot fi mai bine coordonate cu specificul transformatoarelor de mică putere, iar aplicarea lor la acestea, poate conduce la unităţi deosebit de avantajoase faţă de transformatoarele de putere mijlocie sau mare. Cum transformatoarele pentru electrificarea rurală formează o parte importantă din categoria transformatoarelor mici, ne putem da seama de importanţa şi de avantajele economice, care vor decurge din generalizarea acestor principii constructive acolo unde este cazul.

Principiile constructive noi s-au aplicat la transformatorul de tip rural de 25/50 kVA, 6,3/0,4 kV, care se fabrică în serie mare, de aproximativ doi ani în fabrica Electroputere [2].

Aceste principii constructive noi au fost următoarele :

— prinderea miezului direct pe capac;
— folosirea bobinajului stratificat la înaltă tensiune şi bobinarea lui pe acelaşi şablon cu bobinajul de joasă tensiune;
— realizarea unui subansamblu comun comutator-conservator, conservatorul fiind de formă cilindrică cu axul vertical.

Rezultatele bune pe care acest tip de transformator le-a dat în exploatare, fac ca extinderea principiilor constructive noi să apară ca logică pentru majoritatea transformatoarelor mici de tip rural sau normal.

Astfel s-a trecut la proiectarea unui transformator de 50 kVA cu următoarele caracteristici electrice :

Putere nominală	50 kVA
Înaltă tensiune	6 000±5% V
Joasă tensiune	400 V
Tensiunea de scurtcircuit	3,8 %
Grupa de conexiuni	$YZ_0 5$
Pierderi la mers în gol	375 W
Pierderi la scurtcircuit	1 350 W.

*) Conf. Ing. *St. Grosu* este proiectant Serv. Tehnic Transformatoare de la Fabrica Electroputere şi conferenţiar la Institutul Tehnic, Craiova, iar ing. *I. Cojocaru* şi ing. *D. Togui* sînt proiectanţi principali la Serviciul Tehnic Transformatoare de la fabrica Electroputere, Craiova.

În ce priveşte tensiunile de încercare, temperaturile admisibile de încălzire a miezului, bobinajului şi uleiului, transformatorul corespunde normelor VDE.

Schiţa noului transformator este arătată în fig. 1.

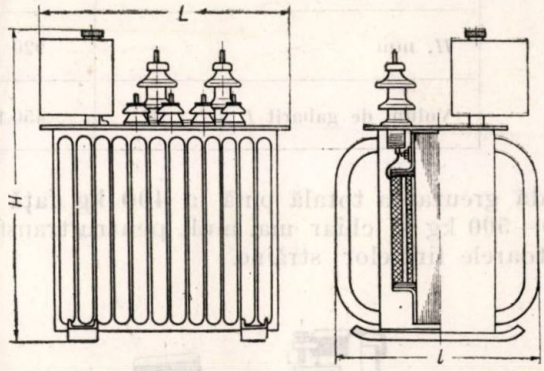


Fig. 1. Schiţa transformatorului de 50 kVA 6/0,4 kV.

Deşi transformatorul nu a fost încă experimentat, totuşi avînd în vedere experienţa căpătată în legătură cu transformatorul de 25/50 kVA şi asemănarea cu acesta, se dau în cele ce urmează datele de performanţă obţinute pentru noul tip de transformator.

Datele principale indicate sînt greutăţile materialelor active, greutatea uleiului, greutatea totală, dimensiunile de gabarit şi ambalaj al transformatorului.

Pentru a se putea scoate mai uşor în evidenţă avantajele pe care le aduce folosirea noilor principii constructive se dau în tabela 1 şi datele transformatoarelor cu aceleaşi caracteristici electrice, ale unor firme străine cu reputaţie, în ce priveşte construcţia de transformatoare [3].

Datele neindicate la unele din transformatoarele străine, lipsesc din cataloagele care ne-au stat la dispoziţie.

Faptul că miezul se prinde direct de capac, fiind separat de acesta printr-o foaie de preşpan şi că s-au amplasat izolatoarele şi comutatorul de o parte şi de cealaltă a jugului superior, a

făcut ca transformatorul să se obţină mai mic ca înălţime şi în mod implicit, să scadă greutatea uleiului pînă la 80 kg faţă de 100—175 kg pentru transformatoarele altor firme şi de asemenea să scadă greutatea totală pînă la 400 kg faţă de 450—500 kg şi chiar mai mult pentru transformatoarele firmelor străine.

izolată cu lac. Bobinajul de joasă tensiune este de tip cilindric în două straturi. Bobinajul de înaltă tensiune este stratificat.

Ca şi în cazul transformatorului de 25/50 kVA bobinajul de înaltă tensiune se bobinează peste bobinajul de joasă tensiune şi se impregnează împreună, obţinîndu-se un monolit. Acest lucru face ca bobinajele să prezinte o rezistenţă mecanică mult mărită faţă de cazul cînd s-ar executa şi monta separat pe coloană. Cuva este de formă dreptunghiulară şi este prevăzută pe două părţi cu ţevi de răcire groase de 1,5 mm. Subansamblul comutator-conservator este principial acelaşi ca în cazul transformatorului 25/50 kVA, aducîndu-i-se numai unele îmbunătăţiri. Astfel, pentru comutator se poate realiza construcţia din fig. 2.

Tabela 1

Fabricaţia / Greutăţi şi dimensiuni	EP nou	EP vechi	Ganz	TRO	TuR
Greutatea tablei silicioasă, kg	150	180		150	
Greutatea cuprului, kg	50	68		50	
Greutatea uleiului, kg	80	190	120	100	175
Greutatea totală, kg	400	670	450	480	590
L, mm	800	990	950	920	
l, mm	600	690	680	600	
H, mm	920	1180	1130	1200	
Volum de gabarit $L \times l \times H$	450.10^6	805.10^6	730.10^6	670.10^6	

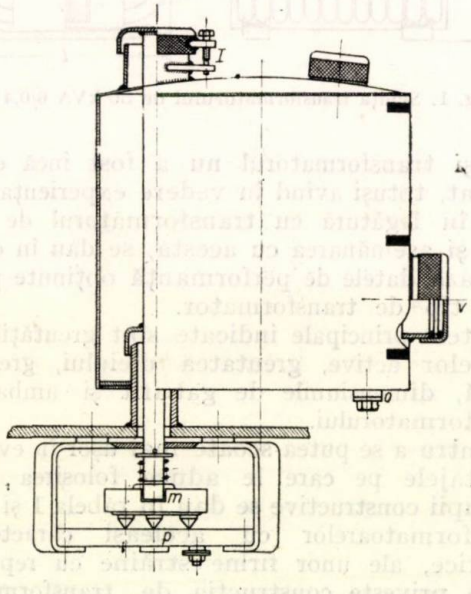


Fig. 2. Schiţa ansamblului comutator-conservator.

Compararea lui cu vechiul tip de transformator de 50 kVA fabricat la Electroputere, arată că între cele două tipuri există o diferenţă apreciabilă de preţ de cost, greutate şi gabarit. Miezul transformatorului se realizează din tablă silicioasă cu pierderi specifice de 1,3 W/kg şi

Acesta prezintă, în primul rînd, o simplificare tehnologică şi o îmbunătăţire a etanşării. La sistemul folosit pînă acum grupul comutator-conservator se aplica pe capac cu şuruburi şi garnituri. La noua construcţie conservatorul se sudează direct pe capac, prin intermediul unei ţevi de legătură. Comutatorul rămîne totuşi o piesă aparte, care se poate demonta şi monta uşor, conservatorul servind numai pentru trecerea axului, fără necesitatea ca această trecere să mai fie etanşată. Marcarea treptelor de reglaj pe indicator se face după montarea comutatorului. Aşezarea excentrică a conservatorului permite o mai bună folosire a spaţiului de pe capac.

Aplicarea tuturor acestor principii constructive duce nu numai la reducerea sensibilă a consumului de materiale, ci şi la reducerea manoperei, contribuind şi prin aceasta la reducerea preţului de cost.

Noul tip de transformator este important, cu atît mai mult cu cît actualmente există tendința de a se renunța la transformatoarele de „tip rural" în locul lor, urmînd să fie folosite transformatoarele de tip normal.

Alte principii constructive în curs de experimentare

O parte însemnată din rezultatele obținute la transformatoarele de mai sus, în legătură cu micșorarea consumului de materiale active (tablă silicioasă, cupru), se datoresc folosirii bobinajului stratificat. Acest bobinaj s-a folosit pînă în prezent numai la bobine de înaltă tensiune conectate în stea, transformatoarele avînd conexiunea stea-zig-zag.

Conexiunea stea-zig-zag este avantajoasă, mai ales, în cazul transformatoarelor de mică putere și de tensiune relativ înaltă. Ea are avantajul — față de schema echivalentă triunghi-stea — că se reduce tensiunea pe bobinele de înaltă tensiune și se micșorează spațiul ocupat de izolația între spire. Prezintă, însă, dezavantajul că bobinajul de joasă tensiune are un consum de cupru mărit cu aproximativ 15%, ocupă un loc mai mare și necesită legături mai complicate.

Unele firme străine folosesc conexiunea stea-zig-zag pe scară largă. Astfel, fabricile germane o folosesc pînă la puterea de 200 kVA inclusiv și pentru toate tensiunile, inclusiv 6 kV.

Alte firme străine, cum sînt cele engleze, folosesc în schimb conexiunea triunghi-stea, chiar la puteri mult mai mici și la tensiuni relativ mari (spre exemplu 25 kVA, 11 kV).

Analizînd această problemă în condițiile noastre, rezultă că sistemul stea-zig-zag are în plus un avantaj de natură economică și anume acela că folosindu-se la tensiuni relativ mari, face posibilă extinderea mai accentuată înspre puteri mici a bobinajelor de aluminiu. Aceasta, deoarece se știe că la puteri mici nu este posibilă folosirea bobinajelor de aluminiu, din cauza calităților mecanice slabe ale conductoarelor subțiri.

În cazul conexiunii stea-zig-zag conductorul pe partea de înaltă tensiune fiind mai gros decît în cazul conexiunii triunghi-stea, se poate extinde într-o oarecare măsură domeniul de folosire a aluminiului pentru confecționarea înfășurărilor. Acest fapt are o importanță cu atît mai mare cu cît pentru țara noastră cuprul este un material deficitar și se pune problema înlocuirii lui, în cazul cînd aceasta este posibil, cu aluminiu.

La transformatoarele de puteri mai mari cum ar fi, de exemplu, de 100 kVA, 6/0,4 kV este avantajos totuși, să se folosească conexiunea triunghi-stea și de aceea s-a pus problema folosirii bobinajului stratificat pentru bobinajul în triunghi.

În legătură cu aceasta s-a reluat o schemă de reglaj cunoscută de multă vreme (fig. 3,*a*). Această schemă nu este recomandată în general deoarece la un bobinaj obișnuit (în galeți) introduce disimetrii mari, care au ca urmare creșterea tensiunii de scurtcircuit și a eforturilor mecanice [4].

De aceea, pentru cazul bobinajului în galeți este preferată schema din fig. 3, *b* mai complicată din punctul de vedere al comutatorului

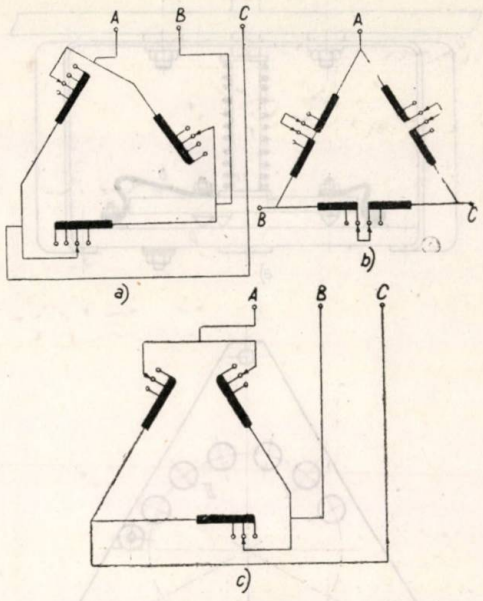


Fig. 3. Schemele de reglaj pentru bobinajul în triunghi:
a — schema folosită la bobinajul stratificat; *b* — schema folosită în construcțiile cu bobinajul în galeți; *c* — schema *a* simplificată.

și al legăturilor la comutator, dar la care efectele supărătoare de mai sus se reduc în mod considerabil.

În cazul bobinajului stratificat aceste dezavantaje dispar integral, deoarece porțiunile de reglaj pot fi cilindri concentrici și de egală înălțime cu restul bobinajului.

Înaintea schemei clasice din fig. 3, *a* s-a luat în discuție o variantă a acesteia, reprezentată schematic în fig. 3, *c*. Această schemă aduce față de cea clasică oarecare simplificări ale comutatorului și ale legăturilor. În plus între două din cele trei bobine de înaltă tensiune, tensiunea se reduce la o mică fracțiune a tensiunii de serviciu, deoarece bobinajele de înaltă tensiune sînt de tip stratificat, iar spirele de reglaj se găsesc la exteriorul bobinajelor.

Prin aplicarea acestei variante se poate micșora lățimea uneia din ferestre, aproximativ cu distanța de izolație care se lasă în mod normal între două bobine, de pe coloane diferite. Disimetria miezului la o astfel de construcție nu introduce dificultăți de ordin electric, deoarece după cum se știe chiar în cazul miezurilor simetrice, sistem pachet, curenții de magnetizare diferă pe cele trei faze.

Comutatorul pentru schema din fig. 3, *c* este arătat în fig. 4. El este mai economic şi mai simplu decît comutatorul pentru schema din fig. 3, *a*. Aceasta deoarece în ultimul caz este necesar să se lase în plus pentru grupele de contacte *I* şi *II* o distanţă de izolaţie egală cu aceea care în fig. 4 s-a lăsat pentru grupele de contacte *I* şi *III* şi *II* şi *III*. De asemenea sînt necesare trei legături flexibile, în loc de două.

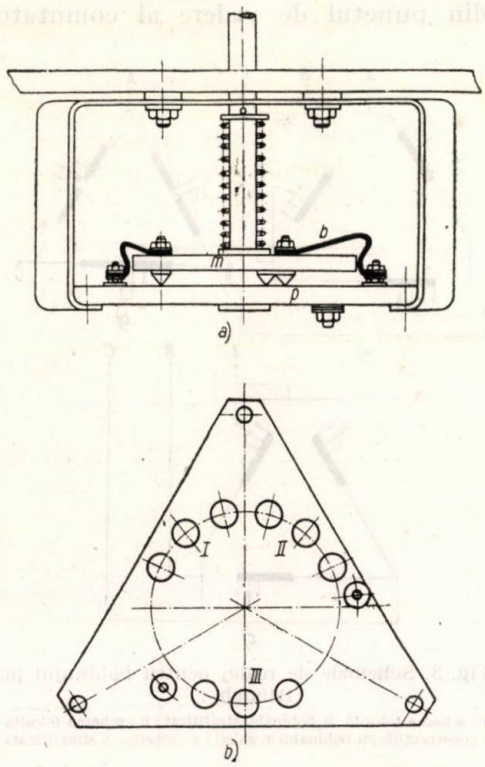


Fig. 4. Comutator folosit la reglajul după schema 3,*c*:
a – secţiune; *b* – placa cu contacte.

Indiferent de schema folosită (3, *a* sau 3, *c*) noua construcţie de comutator reprezintă, în raport cu sistemul folosit în prezent, o simplificare netă. Ea este în acelaşi timp mai robustă şi mai sigură, ceea ce constituie un avantaj de mare importanţă, ţinînd seamă de faptul, că un comutator este o piesă care poate fi adesea o cauză de defecte.

În privinţa construcţiei propriu-zise a transformatoarelor diferenţele între schemele 3, *a* şi 3, *c* (ambele folosind bobinaj stratificat pe partea de înaltă tensiune) nu sînt mari, astfel că datele cantitative care se vor da în cele ce urmează corespund aproximativ ambelor variante.

Datele de calcul pentru noul tip de transformator de 100 kVA 6/0,4 kV

Ţinînd seamă de cele expuse anterior în ce priveşte folosirea bobinajului stratificat pentru conexiunea triunghi pe partea de înaltă tensiune, s-au făcut calculele pentru un transformator de 100 kVA 6/0,4 kV. Datele obţinute din calcul pot fi considerate precise, întrucît sînt confirmate de o serie de experienţe şi încercări intermediare. Ele sînt expuse în tabela 2 împreună cu datele tipului actual de transformator, care se fabrică la Electroputere şi cu acelea ale unui transformator cu caracteristici identice, fabricat de o firmă străină.

Rezultatele obţinute sînt cu atît mai interesante cu cît tipul de transformator care se fabrică în prezent la fabrica Electroputere este un tip relativ nou, la care s-au aplicat toate îmbunătăţirile şi simplificările posibile în cazul construcţiilor clasice cu bobinaj în galeţi [5].

Tabela 2

Fabricaţia	G_{Fe} kg	P_{Fe} W	G_{Cu} kg	P_{Cu} W	G_{ulei} kg	G_{tot} kg
TRO	220	630	83	2 200	145	730
EP vechi	317	600	76	2 540	250	900
EP nou	230	630	77	2 200	135	680

Dacă ţinem seamă de faptul că în afară de materiale, manopera se reduce în mod simţitor la noua construcţie, se poate aprecia reducerea de preţ la circa 20%. De asemenea, din cele expuse anterior rezultă că există toate elementele pentru a se obţine un transformator de calitate superioară.

Bibliografie

[1] *Grosu St.* : Transformatoare pentru electrificarea rurală Electrotehnica 4 (1956)8,356–360.
[2] *Grosu St.* : Probleme în legătură cu construcţia transformatoarelor. Probleme şi realizări electrotehnice, Ed. ASIT-Craiova, 1956, 39–51.
[3] *Kehse W.* : Handbuch des Transformatorenbaus. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1950.
[4] *Sapojnicov A. V.* : Construcţia transformatoarelor, trad. din lb rusă. Ed. Energetică de Stat 1954.
[5] *Petrov G. N.* : Electriceschie maşini. Pervaia ciasti, izdanie vtoroie, pererabotanoie. Gosenergoizdat Moscova Leningrad, 1956.

Intrat în redacţie la 14. I. 1958.

Industria şi energia electrică în R. P. Polonă

VASILE CORLĂŢEANU — Iaşi*)

Cunoaşterea şi popularizarea dezvoltării industriale a ţărilor din lagărul socialist constituie o preocupare permanentă a revistei noastre. In acest scop publicăm această dare de seamă asupra dezvoltării electrotehnicii în R. P. Polonă.

CZ 621.311 :338.062.216 (488)

În jumătatea a doua a lunii octombrie 1957, o delegaţie a comitetului naţional C. I. G. R. E. formată din acad. prof. *C. Budeanu*, prof. *I. S. Antoniu*, prof. *V. Corlăţeanu*, director *D. Ceapîru* şi conf. *E. Potolea* a vizitat o parte din instalaţiile energetice şi electrotehnice din R.P. Polonă.

În R. P. Polonă sectorul electrotehnic şi energetic a căpătat o dezvoltare mare, fapt care a determinat să fie condus şi coordonat de către un departament al energiei electrice, înfiinţat în 1952 avînd în subordine următoarele servicii:

— direcţia fabricilor de maşini şi aparate electrice;
— direcţia generală a sectoarelor energetice;
— birouri de proiectare;
— întreprinderi de construcţii de linii şi staţii;
— întreprinderi de studii şi măsuri;
— institutul energetic care se ocupă cu cercetări în producţie şi distribuţia energiei electrice;
— inspecţia electrică de stat.

Dezvoltarea viitoare a sistemului energetic şi a industriei electrotehnice poloneze este asigurată de următoarele instituţii ştiinţifice şi de învăţămînt:

— *Comitetul electrotehnic al Academiei de Stiinţe*;
— *Institutul electrotehnic*;
— *Institutul energetic*;
— *Invăţămîntul superior electrotehnic.*

Comitetul electrotehnic al Academiei se ocupă în special de coordonarea activităţii ştiinţifice şi cercetării ştiinţifice din domeniul electrotehnicii. El are o secţie de electrotehnică teoretică şi o secţie de electrotehnică aplicată, folosindu-se laboratoarele institutelor industriale.

Institutul electrotehnic este un centru de studii şi cercetări pentru industria electrică. Lucrările institutului cuprind totalitatea problemelor ştiinţifice şi tehnice relative la construcţia, producerea şi exploatarea maşinilor electrice, transformatoarelor, aparatajului pentru centrale şi staţii şi aparate industriale şi de utilizare casnică.

Institutul electrotehnic are sediul în apropiere de Varşovia, filialele se găsesc la Wroclaw şi Gdansk, iar birourile de proiectare în oraşele unde îşi au sediul principalele fabrici de produse electrotehnice.

Institutul electrotehnic se întinde pe o suprafaţă de 50 ha, avînd 15 clădiri, în care se fac cercetări ştiinţifice şi se creează prototipuri de maşini, aparate şi instalaţii automatizate în diferite domenii ca: echipamente de vapoare, radiologie, tracţiune electrică, maşini şi aparate electrice, înaltă tensiune, automatizări, electrochimie, iluminat şi aparate electrice de uz casnic. Dintre laboratoare, impresionant este acel de cercetări în tensiunea înaltă condus de acad. Lech Jakubowski, care are rezultate remarcabile în protejarea transformatoarelor contra supratensiunilor, cum şi laboratoarele de tehnica iluminatului şi de maşini electrice.

Laboratorul de tensiuni înalte posedă un generator de unde de impuls de 2 800 kV.

În laboratorul de maşini electrice se remarcă construcţia unor prototipuri de motoare asincrone, care au grupele de pachete de table decalate între ele, în aşa fel, încît creează între carcasă şi stator un sistem elicoidal de ventilaţie. Prof. H. Kozlowski, creatorul prototipului, reuşeşte să reducă încălzirea maşinii cu 22°, ceea ce permite să crească puterea pe unitate.

Institutul electrotehnic este bine dotat şi cei 500 de colaboratori ai săi aduc un aport deosebit care se constată imediat ce vizitezi industria electrotehnică poloneză.

Un institut mai nou este cel energetic, care are drept scop studiile şi cercetările relative la: desfăşurarea progresului tehnic şi economic în domeniul producerii, transmisiei, distribuţiei şi utilizării energiei electrice şi a căldurii. O deosebită importanţă se acordă educării personalului tehnic, care va deservi sistemele energetice. Institutul se ocupă de următoarele studii:

— noi metode de producere a energiei;
— ameliorarea economiei căldurii în centrale şi modernizarea sistemelor termice;
— adaptarea şi studierea noilor tendinţe în construcţiile termice;
— utilizarea energiei hidraulice;
— probleme de transport, de mers în paralel, de stabilitate şi de compensare a puterii reactive;
— supratensiunile şi punerile la pămînt;
— modernizarea aparatajului electric şi metode profilactice în exploatarea lui;
— automatizarea aparatajului, protecţia şi problemele releelor;
— utilizarea raţională a energiei şi
— economia şi raţionalizarea instalaţiilor electrice.

Lucrările institutului sînt executate de aproximativ 150 de persoane care — se poată sp ne— se ocupă de problemele curente ale producerii energiei electrice, folosind atît laboratoare fixe în Varşovia şi în unele oraşe din Silezia,

*) Dr. ing. *V. Corlăţeanu* este profesor şef de catedră la Institutul Politehnic din Iaşi.

cît şi laboratoare mobile după necesităţile energeticii poloneze.

Se pot cita ca lucrări deosebite studiile profilactice asupra izolaţiei alternatoarelor, cablurilor şi studiile deosebite făcute asupra materialelor izolante ce vor fi folosite în atmosfera îmbîcsită de praf de cărbune din Silezia.

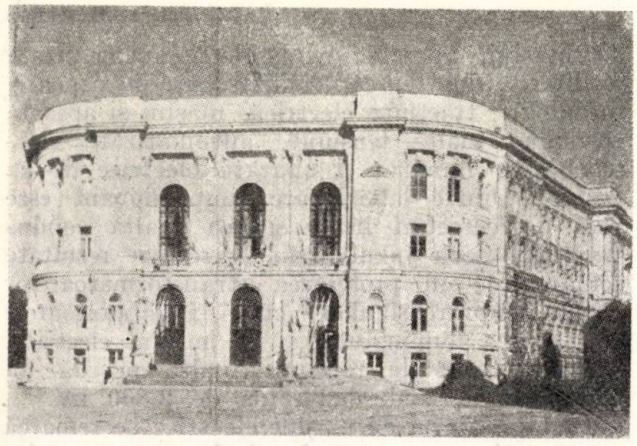


Fig. 1. Institutul Politehnic din Varşovia. Clădirea principală.

Învăţămîntul electrotehnic a progresat foarte mult faţă de situaţia dinainte de al doilea război mondial. Din cauza marilor cerinţe de cadre, pînă în anul 1954 a funcţionat un sistem avînd două grade de studii. Primul, de trei ani şi jumătate, a dat ingineri pentru industrie, iar al doilea, completînd primul grad cu încă un an şi jumătate, a dat ingineri diplomaţi. Sistemul folosit nu a dat rezultatele dorite şi actualmente un viitor inginer urmează o perioadă de studii de 5 ani.

Educarea inginerilor electricieni se face în opt facultăţi avînd cursuri de zi şi în şapte facultăţi avînd cursuri serale. Facultăţile electrotehnice sînt împărţite în trei grupe :

— *energie electrică* (5 specialităţi);
— *maşini şi aparate electrice* (6 specialităţi);
— *electrificarea uzinelor industriale* (7 specialităţi).

Catedrele din învăţămîntul tehnic superior colaborează strîns cu economia naţională şi iau parte la soluţionarea tuturor problemelor importante puse de industrie.

Publicarea studiilor şi cercetărilor efectuate în domeniul electrotehnicii se face prin cinci publicaţii periodice, şi anume :

— *Przeglad Elektrotechniczny* (Revista electrotehnică).
— *Energetyka* (Energetica)
— *Energetyka Przemyslova* (Energetica industrială)
— *Viadomosci Elektrotechniczne* (Noutăţi electrotehnice)
— *Archiwum Elektrotechniki* (Arhivele electrotehnicii).

Toate institutele de cercetări poloneze sînt bine dotate, atît cu personal, cît şi cu aparatură modernă, fapt care ne face să confirmăm că în anul 1970 — aşa cum prevede planul de perspectivă — R. P. Polonă va întrece din punct de vedere electrotehnic cea mai mare parte a ţărilor europene.

În cele ce urmează vom prezenta, pe scurt, realizările mai importante din industria electrotehnică şi din sistemul energetic.

Industria electrotehnică

Industria poloneză de maşini, aparate şi instalaţii electrice s-a mărit considerabil în cursul primului plan de şase ani (1950—1955). Depăşind previziunile planului această industrie a atins în 1955 un nivel de 4,5 ori mai ridicat, decît în 1949. Producţia maşinilor electrice rotative a crescut de 4,8 ori, iar a transformatoarelor de trei ori.

În planul cincinal actual 1956—1960 este prevăzută o creştere a producţiei de 200%. Construcţia maşinilor rotative va creşte cu 220% (turbogeneratoarele de 4 ori), a maşinilor de mare putere de 2,7 ori, iar a motoarelor electrice de tracţiune de 4 ori. În paralel, se desfăşoară producţia micilor motoare, ceea ce va permite creşterea de 6 ori a producţiei aparatelor de uz casnic.

Producţia aparatelor electrice în Polonia era chiar în 1949 superioară producţiei dinainte de război. După primul plan de 6 ani această producţie a fost de 5 ori mai ridicată faţă de anul 1949, conţinînd numeroase noi sortimente. Actualul plan cincinal prevede, de asemenea, o creştere a producţiei cu 200% faţă de 1955. În cursul acestei perioade producţia se perfecţionează şi se lărgeşte, mai ales în domeniul instalaţiilor şi al echipamentului electric pentru : industria maşinilor-unelte, construcţiei de vapoare, industria maşinilor miniere, a materialului rulant electric, a substaţiilor de tracţiune etc.

Industria electrotehnică poloneză elaborează modele noi de motoare şi furnizează maşini electrice speciale. Fabricile poloneze produc motoare electrice pentru orice climat de puteri pînă la 4 000 kW, pentru tensiuni pînă la 6 600 V, 50 şi 60 Hz, pentru viteze diferite, cu rotoare avînd una sau două colivii, sau avînd inele.

Industria poloneză construieşte motoare de bună calitate pentru orice condiţii de funcţionare ca : motoare de mine, pentru ascensoare, cu mai multe viteze etc. Menţionăm producerea motoarelor trifazate sincrone de putere pînă la 4 500 kW, ca şi a generatoarelor sistem Ward-Leonard, tot pînă la 4 500 kW, destinate industriei hîrtiei, metalurgiei, acţionării ascensoarelor în mină etc. Aceste grupe se compun dintr-un motor sincron sau asincron, dintr-una sau două generatoare de curent continuu, cu excitatrice montată în cap de arbore sau separat.

Fabricile de maşini produc alternatoare de 25 MVA şi compensatoare sincrone de 25 MVAR,

avînd în construcţie generatorul de 50 MVA. În primii ani după 1960 este prevăzută construcţia generatorului sincron trifazat de 100 MVA.

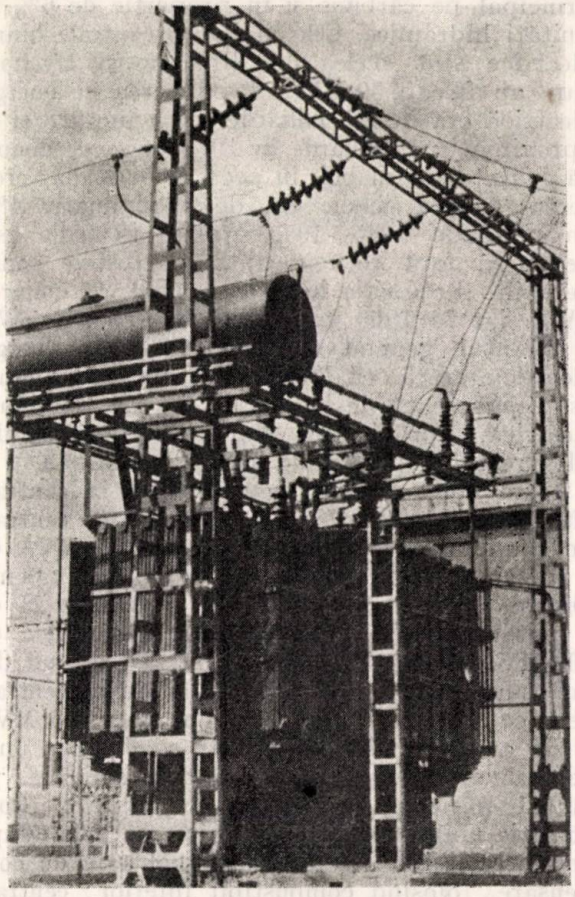


Fig. 2. Transformator cu trei înfăşurări TONTR 40 000/110 ; Y_y0/Y_{d11} 25 MVA $\pm$ 10 $\times$ 1,85 %/(33 $\pm$ 2 $\times$ 2,5 %)/6,3 kV

Cererea de transformatoare este aproape, complet satisfăcută de industria electrotehnică, care produce transformatoare de 40 MVA şi 110 kV, avînd în construcţie transformatoare de 60 MVA şi 110 kV şi 40 MVA şi 220 kV. Transformatoarele se fac cu trei înfăşurări şi reglare a tensiunii sub sarcină. Limita producţiei în anii următori va fi extinsă pînă la 120 MVA şi 220 kV. Se produc, de asemenea, transformatoare speciale ca : transformatoare pentru redresoare şi cuptoare cu arc, autotransformatoare de pornire, substaţii mobile pentru mine şi transformatoare uscate de 1 000 kVA şi 15 kV.

Rezultatele obţinute pînă în prezent, constituie o garanţie că planurile mari ale industriei poloneze a transformatoarelor, vor fi din plin realizate.

Industria aparatelor electrice dispunea înainte de război de 8 fabrici care produceau aparate şi material pentru instalaţii electrice. Războiul a ruinat 70% din această industrie, care era situată, în principal, la Varşovia. De abia în 1949, producţia a atins şi chiar a depăşit nivelul dinaintea războiului. În anii 1950—1955 industria aparatelor a marcat o evoluţie intensă. Două fabrici moderne au fost puse în funcţiune : uzina de aparate de joasă tensiune din Torun şi uzina de aparate de înaltă tensiune din Micdzylesie, aproape de Varşovia.

În 1955, indicele de producţie arată o depăşire de 600% faţă de situaţia dinainte de război. Producţia actuală conţine în mare, aproape tot aparatajul de joasă tensiune şi înaltă tensiune pînă la 110 kV. Sînt aparate de construcţie poloneză sau bazate pe licenţe străine.

Principalele disjunctoare produse sînt : cu volum mare de ulei de 6 şi 30 kV şi 100 la 300 MVA ; cu volum redus de ulei de 200 la 500 MVA ; cu aer comprimat de 110 kV şi 2 500 MVA. Toate aceste aparate sînt prevăzute cu reanclanşare rapidă şi comandă prin motor sau aer comprimat.

În cursul anului 1957 s-au construit disjunctoare cu aer comprimat de 10 şi 15 kV şi 600 MVA, cu volum de ulei redus de 110 kV şi, 2 500 MVA şi cu aer comprimat de 110 kV şi 4 000 MVA.

Fabricile de aparate nu au încă posibilitatea să furnizeze toate sortimentele de disjunctoare necesare şi de aceea, Polonia este nevoită să importe disjunctoare de 110 şi 220 kV. Restul aparatajului de înaltă tensiune ca : separatoare, descărcătoare, transformatoare de intensitate şi de tensiune pînă la 110 kV, se produc în cantitate suficientă.

Din domeniul aparatajului menţionăm buna calitate a descărcătoarelor catodice de curent de capacitate nominală de 1,5 kA şi tensiuni nominale a reţelei de 3, 6, 10, 15, 20 şi 30 kV, ca şi pentru curenţi de descărcare nominali de 10 kA şi pentru tensiunea reţelei de 15, 20, 30, 40, 60, 110, 120 şi 132 kV.

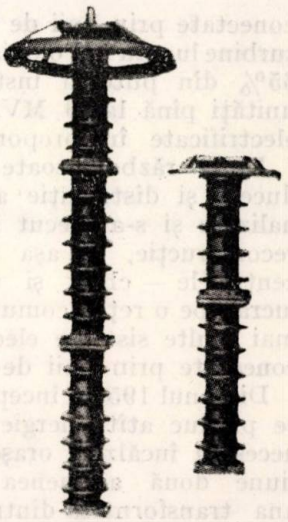


Fig. 3. Descărcător catodic GZ 10 kA

Una dintre cele mai cunoscute industrii poloneze este aceea a porţelanului electrotehnic. Produsele industriei electroceramice sînt apreciate în Elveţia, Italia, Austria etc. Actualmente, se fabrică în bune condiţii întreaga gamă de izolatoare de porţelan pînă la 220 kV. În domeniul radiotehnicii şi al aparatelor electrice de uz casnic s-a ajuns la un nivel care satisface pe deplin piaţa internă.

În 1957, exportul de motoare electrice s-a desfăşurat satisfăcător. S-au exportat motoare în Austria, Etiopia, Albania, Brazilia, Bulgaria, China, Egipt, Grecia, India, Iran, Siria şi Turcia.

R. P. Polonă a început construcţia a două linii de înaltă tensiune în India şi exportă reostate şi rezistenţe etalon în Argentina, Brazilia, China şi Vietnam. În mod curent se exportă aparataj de joasă tensiune în Bulgaria, China şi Coreea. Baterii şi acumulatoare se exportă în Turcia şi în R. D. G.

Energia electrică

În Polonia, înainte de anul 1939, majoritatea centralelor şi reţelelor electrice aparţineau unor societăţi anonime, avînd majoritatea capital străin. Cîteva centrale din Silezia erau inter-

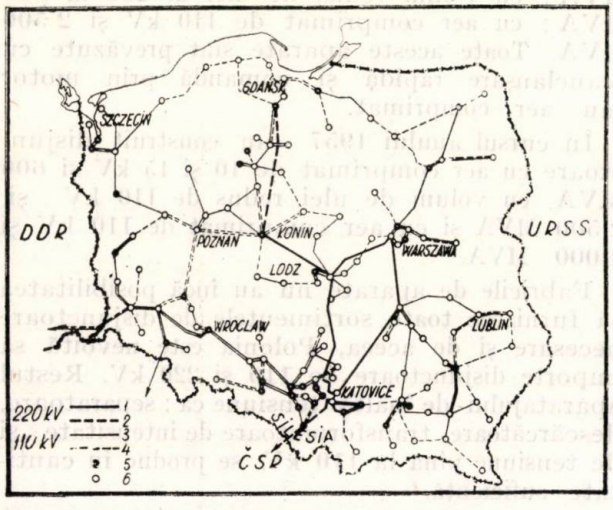


Fig. 4. Harta R. P. Polone cu liniile electrice principale
1 — linii în funcţiune; *2* — linii în construcţie; *3* — linii în funcţiune; *4* — linii în construcţie; *5* — centrale; *6* — staţii.

conectate prin linii de 60 şi 110 kV. Numai trei turbine lucrau în Polonia cu puteri peste 30 MVA; 65% din puterea instalată fiind formată din unităţi pînă la 10 MVA. Regiunile rurale erau electrificate în proporţie de 2%.

După război, toate întreprinderile de producere şi distribuţie a energiei au fost naţionalizate şi s-a trecut la un program vast de reconstrucţie, în aşa fel, încît în 1950 toate centralele — chiar şi unele de putere redusă lucrau pe o reţea comună. Astfel au luat naştere mai multe sisteme electrice care au fost interconectate prin linii de 110 şi 220 kV.

Din anul 1953 a început să se dezvolte centrale ce produc atît energie electrică, cît şi căldura necesară încălzirii oraşelor. Acum sînt în funcţiune două asemenea centrale la Varşovia: una transformată dintr-o centrală mai veche, pe malul Vistulei şi alta la Zeran. Alte asemenea centrale sînt în construcţie în alte oraşe ca Lodz, Bielsko etc.

Prima linie de 220 kV legînd Silezia de Lodz a fost construită în 1947 şi prelungită apoi la Varşovia. Mai tîrziu, s-a închis un cerc printr-o a doua linie, tot de 220 kV, care leagă de asemenea Varşovia de Silezia.

Sistemul electric al R. P. Polone este legat prin linii de 110 kV cu sistemul Cehoslovaciei şi cu centralele din R. D. Germană.

Producţia energiei electrice se bazează, în principal, pe cărbune şi în proporţie de 6% pe unităţi hidraulice. Cele mai mari centrale hidroelectrice sînt acelea din Roznow şi Dychow, care au fiecare 50 MVA. Producerea de energie electrică era de 2,5 miliarde kWh în 1928 şi de aproximativ 4 miliarde în 1938, ceea ce denotă că înainte de război, în această perioadă, creşterea anuală medie era de aproximativ 4%. În perioada 1945—1955 creşterea medie este de 14%, fapt ce reprezintă o creştere considerabilă. Producţia în 1957 a atins 23 miliarde kWh, iar în 1960 va atinge 31 miliarde kWh.

Bilanţul general al consumului de energie electrică arată că 70% din energia produsă este consumată de industrie, 4% de tracţiunea electrică, aproximativ 9% reprezintă pierderile, restul reprezentînd consumul urban.

Între 1953 şi 1955 s-au instalat în centrale cîte 350 MVA pe an, mai ales, în marile centrale de condensare avînd grupe de 50—55 MVA cu o presiune a vaporilor de 80—110 kg/cm². Dintre acestea sînt centralele Jaworzno II cu o putere finală de 300 MVA, Miechowice de 200 MVA şi Zeran de 200 MVA. În ultimii doi ani s-a început construirea a două centrale termice utilizînd lignit, care vor avea 500 MVA şi de asemenea s-a început şi construirea unor centrale hidroelectrice de putere mijlocie, pe cursul mijlociu şi inferior al Vistulei. Construcţia noilor centrale termice se face după trei principii deosebite: mari centrale de condensare, folosind combustibil inferior; centrale industriale, producînd energie electrică şi vapori şi centrale urbane, producînd energie electrică şi apa caldă necesară încălzirii locuinţelor. În aceste centrale de putere se trece actualmente la parametrii de ordinul 130 g/cm² şi 535°C.

Turboalternatoarele care se montează actualmente în centralele în construcţie au următoarele puteri:

25—30 MVA la centralele de electricitate-căldură;
50—70 MVA la centralele de condensare.

La una dintre centralele în construcţie, din apropiere de Cracovia, se montează turboalternatoare de 100 MVA, iar pînă în 1960 se vor monta unităţi de 150 MVA şi 17,5 kV.

Răcirea cu hidrogen se face începînd de la unităţile de 25—30 MVA, iar sistemul „block", alternator-transformator cu trei înfăşurări, este utilizat din motive economice şi de exploatare.

Tensiunea de 220 kV-cea mai înaltă utilizată în Polonia serveşte la transferul surplusului de energie din bazinele carbonifere din Silezia de sus şi din Konin, spre regiunile de mare consum ca: Lodz, Varşovia, Gdansk etc. Liniile de 110 kV joacă din ce în ce mai mult rolul unor reţele regionale de distribuţie, ce alimentează — din reţeaua principală — prin posturi de

transformare de 220/110 kV, mari fabrici sau orașe cu o industrie mijlocie.

Lungimea liniilor de 110 kV este de 7 100 km și aceea a liniilor de 220 kV de 1 200 km.

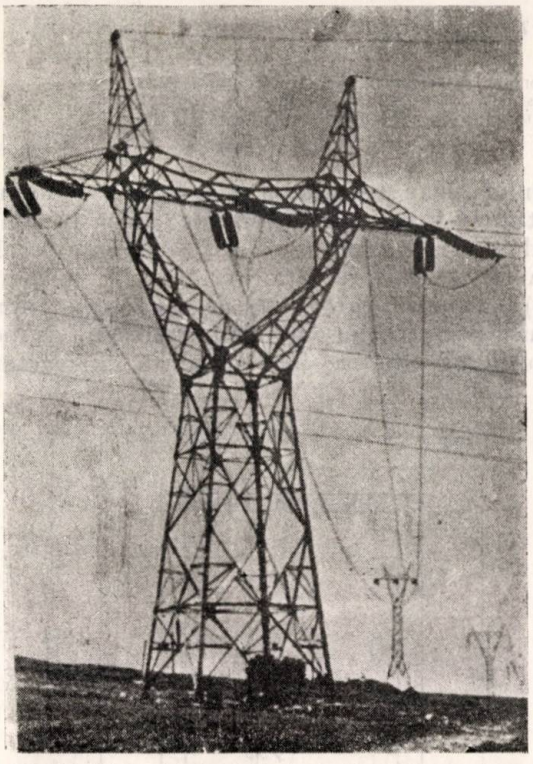


Fig. 5. Linie de 220 kV. Seria K. Stîlp de colț.

Rețeaua de 60 kV este treptat lichidată, cu excepția unor districte rurale și a unei părți din Silezia de sus, unde sînt interconectate cîteva mine, laminoare și unele industrii. Rețeaua de 40 kV se găsește situată în nord-vestul țării, într-o proporție redusă și nu va mai fi extinsă. Tensiunea de 30 kV este o tensiune de distribuție pentru cîteva orașe și regiuni agricole. Cea mai răspîndită este tensiunea de 15 kV. Rețeaua de 15 kV este alimentată, fie direct de la liniile de 110 kV, fie de la liniile de 60 sau 30 kV. Tensiunea de 6 kV este folosită în numeroase orașe, iar cea de 3 kV este înlocuită treptat prin cea de 6 kV. Aproape peste tot se folosește ca tensiune joasă 380/220 V cu conductor neutru pus la pămînt.

Majoritatea stîlpilor folosiți sînt din oțel sau din lemn impregnat, iar într-o foarte mică măsură din beton armat.

Protecția și automatizarea noilor instalații a început în proporție mare din anul 1950. O ameliorare esențială a continuității furnizării energiei electrice s-a obținut datorită următoarelor procese de automatizare: reanclanșarea rapidă a liniilor, anclanșarea automată a rezervelor în centrale și posturi de distribuție, automatizarea centralelor hidraulice, excitația forțată a alternatoarelor, reglajul automat al tensiunii și autosincronizarea alternatoarelor.

Din punct de vedere energetic teritoriul R. P. Polone a fost împărțit în șase sectoare, care corespund la tot atîtea direcții, avînd următoarele sarcini:

— centralele electrice;
— întreprinderi de exploatare a rețelelor;
— întreprinderi de vindere a energiei electrice;
— șantiere de reparații.

Aceste sectoare depind de o direcție generală în cadrul departamentului energiei electrice.

O problemă importantă care s-a pus în R. P. Polonă este aceea a electrificării satelor. În 1944 doar 3% din sate erau electrificate, iar, astăzi, s-a ajuns la electrificarea a 52%. Electrificarea rurală este organizată și planificată după nevoile de pe teren și după posibilitățile de conectare la rețeaua de înaltă tensiune. Actualmente s-a creat posibilitatea electrificării oricărui sat. Grija statului este deosebită în această problemă și se face simțită prin repartizarea pentru electrificarea rurală a 1 700 t aluminiu, 6 000 t oțel și 60 000 m^3 stîlpi de lemn. În 1960 vor fi electrificate 50% din sate și 100% din proprietățile statului.

În R. P. Polonă există o rețea de tracțiune electrică suburbană foarte dezvoltată. Pentru tracțiunea electrică, pe distanță mare, s-a ales curentul continuu de 3 000 V, alimentat prin substații de redresoare de 30 kV curent trifazat. Astăzi, calea ferată folosește tracțiunea electrică pe linia Varșovia-Katowice și Varșovia — Lodz cu locomotive electrice Bo-Bo, de producție poloneză și automotoare electrice cu două-trei vagoane, tot de producție poloneză. De curînd, s-a executat și prima locomotivă electrică de tip Co-Co. Pînă în 1960 vor fi date în exploatare încă 1 000 km linii ferate electrificate.

Partidul și guvernul au ca prim obiectiv continuarea electrificării, ceea ce va face ca la capătul planului de perspectivă în 1970, R. P. Polonă să se găsească din punct de vedere energetic, printre țările europene fruntașe.

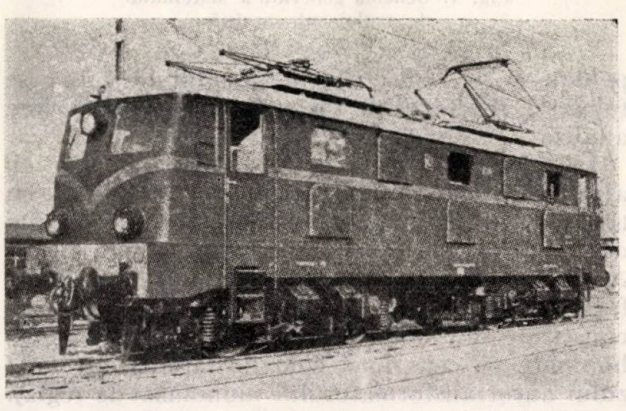


Fig. 6. Locomotivă electrică poloneză tip BoBo.

Stilul de muncă adoptat în fabrici și în energotrusturi este o garanție pentru realizarea planului de perspectivă.

Intrat în redacție la 27.XI.1957.

Un reactor de tip special pentru reglajul sub sarcină a transformatoarelor monofazate în manta

ŞTEFAN GROSU, GHEORGHE TOMA DUMITRU şi CRISTEA — Craiova*)

Alimentarea cuptoarelor monofazate necesită uneori transformatoare cu reglaj sub sarcină. În acest scop se folosesc, de obicei, reactoare special construite. În articol se prezintă o soluţie în care ca miez al reactorului este folosit chiar miezul transformatorului şi anume coloanele laterale.

CZ 621.314.222.077.7 : 621.318.423

I. Principiile reglajului sub sarcină a transformatoarelor sînt în general cunoscute [1,2].

În cazul alimentării unor cuptoare monofazate, cu tensiune reglabilă sub sarcină, o schemă clasică este cea din fig. 1. Ea serveşte

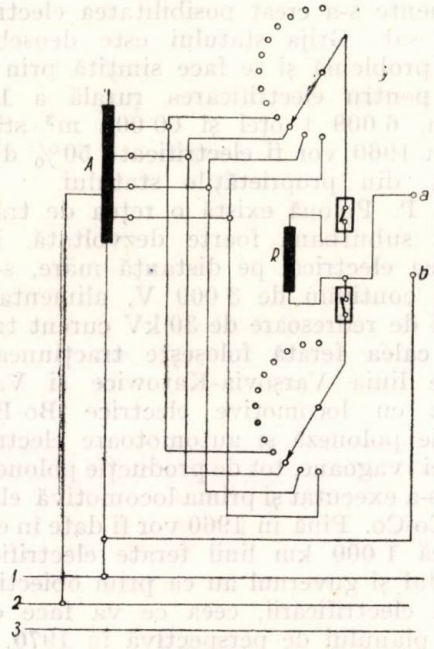


Fig. 1. Schema generală a sistemului de reglaj sub sarcină.

pentru a se vedea cadrul general în care se foloseşte reactorul de tip special, pe care îl vom analiza.

În schema *1*, reglajul sub sarcină se face cu ajutorul unui autotransformator (*A*, fig. 1), cu trepte, folosind pentru limitarea curentului dintre două prize vecine, un reactor (*R*, fig.1). Acest reactor este realizat într-un mod diferit faţă de construcţiile clasice. Anume, el este constituit din două bobine R_I şi R_{II} (fig. 2), bobinate pe cele două coloane laterale ale miezului autotransformatorului monofazat de reglaj.

Cele două bobine R_I şi R_{II} avînd un număr egal de spire, sînt astfel legate, încît suma tensiunilor (între punctele *a* şi *b*, fig. 1) să fie nulă, în timpul funcţionării normale, adică în timpul cînd nu se face schimbarea de pe o treaptă pe alta.

Acest reactor prezintă următoarele elemente:

a) Limitarea curentului de scurtcircuit, dintre două prize vecine, în timpul trecerii de pe o treaptă pe alta, se face în afară de reactanţa

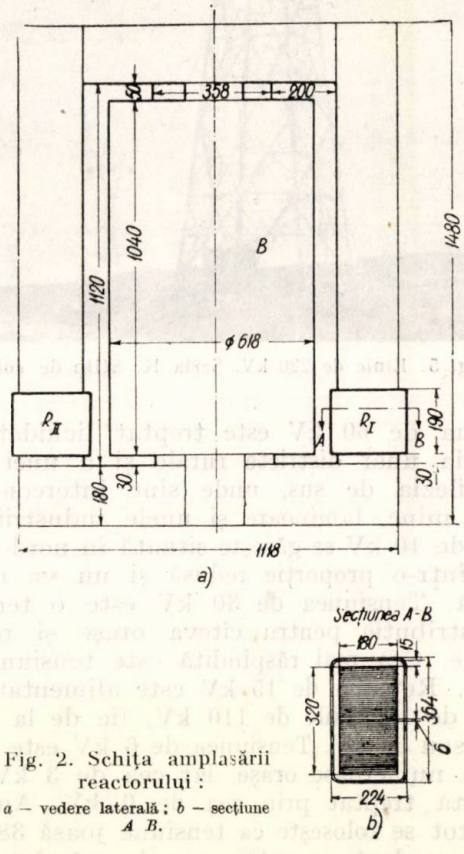


Fig. 2. Schiţa amplasării reactorului: *a* — vedere laterală; *b* — secţiune *A B*.

de scăpări a celor două bobine şi prin apariţia *unei forţe contraelectromotoare, datorită dezechilibrării fluxului principal,* în cele două coloane laterale ale autotransformatorului.

b) Impedanţa reactorului are în afară de componenta inductivă şi o importantă componentă activă. Acest lucru reiese din măsurători (tabela 2, coloana 9) şi poate prezenta avantaje în legătură cu comutaţia.

c) Caracteristica $z = f\ (I_R)$ (coloana 6, tabela 1) unde z este impedanţa reactorului, iar I_R curentul prin reactor, arată că z se menţine mai aproape de o valoare constantă, decît în

*) Conf. Ing. Şt. Grosu este proiectant la fabrica Electroputere — Craiova.
Ing. Gh. Toma este şeful sectorului de transformatoare.
Ing. D. Cîrstea este şeful secţiei electrice a laboratorului Central E. P.

cazul reactoarelor clasice, fără întrefier. Faţă de alte tipuri de reactoare cu întrefier sau bazate numai pe inductanţa de scăpări, reactorul realizat prezintă avantajul unui consum sensibil redus de materiale şi manoperă.

Tabela 1

Nr. crt.	Nr. treptei	U_A V	U_S V	U_R V	I_R A	$Z_R = \frac{U_R}{I_R}$ Ω	Observaţii
	1	2	3	4	5	6	
1	1 — 2	6 000	4 000	210	306	0,69	
2	8 — 9	6 000	6 000	290	420	0,69	
3	17 — 18	6 000	9 000	344	534	0,64	frecvenţa ≃ 48 Hz

Tabela 2

Nr. crt.	U_A V	U_S V	U_R V	I_1 A	I_R A	S_1 kVA	S_R kVA	P_1 kW	P_R kW	Observaţii
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	3 840	5 700	244	10	86	38	21	2,4		Datele s-au obţinut variind pe U_1 comutatorul fiind pus pe treapta 17—18 frecvenţa aproximativă 48 Hz
2	4 200	6 150	260	15	108	63	28	4,8	2,4	
3	4 620	6 830	284	24	180	111	51	8,6	4,3	
4	4 980	7 430	300	32	240	159	72	13,4	5	
5	5 310	7 900	316	42	318	223	100	19,2	7,2	
6	5 922	8 780	340	64	492	375	167	36	13,2	
7	6 000	9 000	344	67	534	400	183	40	14,4	

U_A — tensiunea primară, V
U_S — tensiunea secundară, V
U_R — tensiunea aplicată pe reactor, V
I_1 — curent primar, A
I_R — curent prin reactor, A

S_1 — puterea aparentă primar, kVA
S_R — puterea aparentă în reactor, kVA
P_1 — puterea activă în primar, kW
P_R — puterea activă în reactor, kW
Z_R — impedanţa în reactor, Ω

II. Modul de funcţionare al reactorului. Funcţionarea principială a acestui reactor poate fi urmărită cu ajutorul fig. 3.

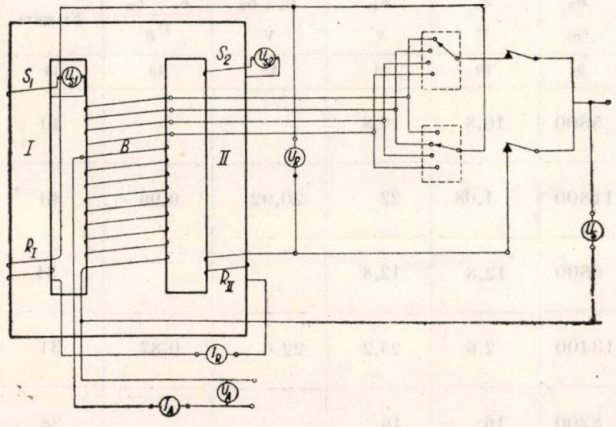


Fig. 3. Schema pentru explicarea funcţionării reactorului

a) În momentul în care reactorul este montat între două prize vecine ale bobinajului B al autotransformatorului (de exemplu *1* şi *2*) deci, într-una din fazele perioadei de reglaj, într-una din coloanele laterale (*I*, spre exemplu), fluxul se va mări, deoarece curentul trecînd prin bobina R_I produce o forţă magnetomotoare, care dă un flux de acelaşi sens cu cel derivat din fluxul principal (coloana centrală) iar în coloana *II*, fluxul se va micşora.

Să notăm valorile efective ale fluxurilor principale în cele două coloane laterale cu Φ_1 şi Φ_2. Înainte de trecerea curentului prin bobinele R_I şi R_{II}, dacă neglijăm fluxul de scăpări, se poate scrie :

$$\Phi_1 = \Phi_2 \quad ; \quad \Phi_1 + \Phi_2 = \Phi$$

în care Φ este fluxul principal în coloana centrală.

După trecerea curentului, se va putea scrie :

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi \quad ; \quad \Phi_1 \neq \Phi_2.$$

În această împrejurare, ţinînd seamă şi de fluxul de scăpări şi neglijînd căderea de tensiune în rezistenţă, se va putea scrie relaţia :

$$\overline{U_R} = -\underbrace{[L_{s1}\,\omega\,\overline{I_R} + L_{S2}\,\omega\,\overline{I_R}}_{\alpha} + \underbrace{(\overline{E_1} - \overline{E_2})}_{\beta} \qquad (1)$$

în care $\overline{U_R}$ reprezintă tensiunea la bornele bobinei de reglaj ; L_{s1} şi L_{s2} sînt respectiv inductanţele de scăpări ale bobinelor R_I şi R_{II} ; $\omega = 2\,\pi\,f$; E_1 şi E_2 sînt date în relaţiile

$$E_1 = 2\,\pi\,f\,w\,\Phi_1\,; \qquad E_2 = 2\pi\,fw\,\Phi_2.$$

w fiind numărul de spire în fiecare din bobinele reactorului (R_I şi R_{II}).

Rezultă din cele arătate, că datorită dezechilibrării fluxului principal şi, deci, apariţiei forţei electromotoare ($E_1 - E_2$) $\neq 0$ se poate obţine limitarea curentului de scurtcircuit între două prize cu reactoare, cu număr mai mic de spire şi deci mai economice decît cele bazate exclusiv pe fluxurile de scăpări.

Realizarea practică a acestui reactor este arătată în cele ce urmează. Pentru a verifica mai amănunţit fenomenele ce se produc în funcţionarea lui, s-a recurs la experimentarea pe model. Pentru aceasta, în lipsa unui miez

în manta, monofazat, s-a folosit un miez trifazat de circa 200 kVA şi s-a realizat tot montajul ca în fig. 3. S-au introdus în plus, nişte spire de probă S_1 şi S_2, care ne dau indicaţii prin intermediul voltmetrelor, asupra tensiunilor U_{s1} şi U_{s2} şi a inducţiilor reale în coloanele *I* şi *II*, în cazul cînd reactorul este străbătut de curent şi în cazul cînd este fără curent. Se pot astfel determina mărimile B_1 şi B_2 cum şi E_1 şi E_2. S-a putut astfel urmări în funcţie de inducţiile din coloanele laterale *I* şi *II* (B_1 şi B_2), care este importanţa relativă a termenului β din relaţia (1) (raportul $\frac{E_1 - E_2}{U_R}$ coloana 13, tabela 3). Se vede din datele tabelei 3 că atîta vreme cît inducţia în coloanele laterale (juguri) nu este prea mare, termenul $E_1 - E_2$ joacă un rol preponderent în limitarea curentului . Inducţia în coloana principală se notează cu *B* şi se variază menţinînd alimentarea U_A constantă şi variind de la o încercare la alta numărul de spire între punctele *a* şi *b* (punctele de alimentare).

În legătură cu problema calculării numărului de spire ale reactorului se pot da deocamdată numai indicaţii generale. Astfel o formulă simplă dedusă din teoria generală a transformatoarelor este :

$$w_R = k \frac{U_R}{\omega S_j \Delta B}, \qquad \Delta B = B_1 - B_2 \qquad (2)$$

unde S_j este secţiunea fiecărei coloane laterale (jug).

Rămîne de determinat coeficientul k, ceea ce teoretic nu este prea simplu. Un început pentru determinarea experimentală a acestuia o constituie datele din tabela 3.

b) După cum rezultă din măsurători, puterea activă din reactor este sensibil mai mare decît cea corespunzătoare pierderilor în cupru. Aceasta se datoreşte pierderilor suplimentare datorită fluxului de dispersie, şi poate constitui de asemenea un element pozitiv în legătură cu fenomenele de comutaţie a treptelor.

III. Modul de aplicare a principiilor expuse la pct. I la autotransformatorul pentru reglaj sub sarcină, al cuptoarelor de 2 000 kW, pentru fabricarea grafitului şi a carburii de siliciu. La autotransformatorul realizat (a cărui putere este de circa 2 500 kVA compensarea factorului de putere se face la ieşirea autotransformatorului) cele două bobine R_I şi R_{II} (fig. 2) sînt realizate fiecare din cîte 15 spire de cupru, a căror greutate totală este de circa 20 kg.

Autotransformatorul este alimentat între două faze ale reţelei de 6 kV şi reglează tensiunea între 4 kV şi 10 kV în 18 trepte.

Cotele reale sînt cele date în fig. 2.

Prin folosirea acestor două bobine constituind noul tip de reactor, s-a înlocuit un reactor clasic de construcţie separată (cu miez şi cuvă proprie) care din punct de vedere constructiv este echivalent aproximativ cu un transforma-

Tabela 3

Nr. crt.		U_A V	I_A A	U_R V	I_R A	U_{s_1} V	U_{s_2} V	B Gs	B_1 Gs	B_2 Gs	E_1 V	E_2 V	$E_1 - E_2$ V	$\frac{E_1 - E_2}{U_R}$	Nr spire
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	*a*	222	4,8	22,7	0	5,4	5,4	11 600	5 800	5800	10,8	10,8			40
	b	220	6,36	21,7	35	0,54	11			11800	1,08	22	20,92	0,96	40
2	*a*	222	10,2	26,5	0	6,4	6,4	13 600	6 800	6800	12,8	12,8			34
	b	220	22	25,9	60	1,3	12,6			13400	2,6	25,2	22,6	0,87	34
3	*a*	220	47	32,5	0	8	8	16 400	8 200	8200	16	16			28
	b	216	66	30	118	2,2	13,7			14000	4,4	27,4	23	0,77	28
4	*a*	216	98	34	0	8,4	8,4	17 600	8 800	8800	16,8	16,8	16,8		25
	b	210	111	31	156	2,9	14,5			15000	5,8	29	23,2	0,75	25

a—cu reactor în gol ; *b*—cu reactor în funcţionare.

tor de 160 kVA. Rezultatele obținute la platformă cu acest autotransformator sînt conținute în tabelele 1 și 2 și în curbele din fig. 4.

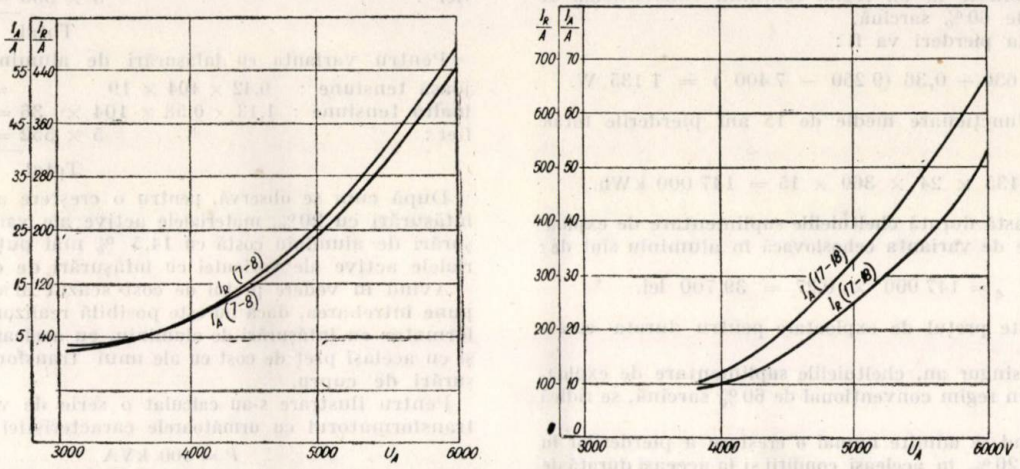


Fig. 4. Curbele curentului de alimentare I_A și în reator I_R în funcție de tensiunea de alimentare U_A.
a – între treptele *7–8*; *b* – între treptele *17–18*

IV. Concluzii. Experiența a arătat că în anumite cazuri un reactor realizat din două bobine legate în opoziție și montate pe cele două coloane laterale ale unui transformator monofazat în manta, reprezintă soluția cea mai economică și cea mai simplă. Dificultățile de calcul în legătură cu determinarea numărului de spire la reactor sînt mai mult aparente, deoarece acest număr nu este critic.

Bibliografie

[1] *Petrov G. N.*: Electriceschie masinî. Pervaia ciasti, izdanie vtaroie, pererabotanoie. Gosenergoizdat, Moscova Leningrad 1957.
[2] *Kehse W.*: Handbuch des Transformatorenbaus. Ferdi und Enke Verlag. Stuttgart 1950.
[3] *Pall Ignacz*: Principii de construcție a transformatoarelor de reglaj. Ed. Energ. de Stat 1955.

Intrat în redacție la 14 II. 1958.

Cîteva probleme în legătură cu proiectarea unei serii de transformatoare mici cu înfășurări de aluminiu

TIBERIU CIUBOTARU – Craiova *)

Problema transformatoarelor cu înfășurări din aluminiu constituie o preocupare centrală a industriei electrotehnice romînești, avînd un caracter economic pronunțat. Considerăm că lucrarea de față constituie numai punerea problemei și așteptăm de la cititori opinia lor în această chestiune. Un aspect important care ar trebui examinat îl constituie, de exemplu, influența tehnologiei speciale asupra costului transformatorului cu înfășurări de aluminiu.

CZ 621.314

Posibilitățile de aprovizionare cu cupru fiind în ultimul timp reduse, se caută înlocuirea lui cu aluminiu acolo unde economic este posibil.

Utilizarea aluminiului pentru realizarea înfășurărilor transformatoarelor de forță este un lucru cunoscut, problemele de natură tehnologică, fiind rezolvate. Prin urmare, problema care se pune este ca introducerea aluminiului în fabricația înfășurărilor transformatoarelor să se facă cu condiția de a se realiza un cost minim de fabricație, la un randament egal sau apropiat de randamentul seriei de transformatoare cu înfășurări de cupru. Date în legătură cu fabricația transformatoarelor cu înfășurări de aluminiu se găsesc, în special, în cataloagele cehe și est-germane. Din unele date rezultă că seria de transformatoare cu înfășurări de aluminiu s-a obținut din seria de transformatoare cu înfășurări de cupru, la care cuprul înfășurărilor a fost înlocuit cu aluminiu de aceleași dimensiuni.

Raportat la seria normală de transformatoare cu înfășurări de cupru, rezultă că seria cu înfășurări de aluminiu, avînd aceeași scară de puteri, are pierderile în fier cu 15–20% mai mari, iar pierderile în înfășurări cu 20 – 30% mai mari. Din alte date indicate (soluția prezentată de cataloagele germane) rezultă că pierderile în fier sînt păstrate egale cu ale seriei cu înfășurări de cupru, pierderile în înfășurări fiind însă cu 20% mai mari.

O linie sau alta, este impusă de considerente economice și atunci trebuie analizați cei doi factori de bază care permit o apreciere completă: costul energiei și costul materialelor.

Pentru exemplificare vom urmări variația diverșilor parametri pentru un transformator de 400 kVA 6/0,4 kV.

Tabela 1

Construcția	Materialul înfășurării	P kVA	P_0 W	P_k W	U_k %
Datele cataloagelor cehe	cupru	400	1 800	7 300	6
	aluminiu	400	2 100	9 250	5,5
Datele cataloagelor germane	cupru	400	1 630	7 400	6
	aluminiu	400	1 630	8 900	6

*) Ing. *T. Ciubotaru* este proiectant principal la sectorul „Transformatoare" al fabricii „Electroputere".

Se consideră prețul energiei 0,27 lei/kWh. Costul suplimentar al exploatării introdus de variantele cu înfășurări de aluminiu cu pierderi mărite în fier și înfășurări, față de variantele cu înfășurări de cupru cu pierderi conform DIN 42510 se stabilește la un regim continuu convențional de funcționare de 60% sarcină.

Diferența la pierderi va fi:

$$2\,100 - 1\,630 + 0{,}36\ (9\,250 - 7\,400) = 1\,135\ \text{W}.$$

Pentru o funcționare medie de 15 ani pierderile totale devin:

$$P_{tot} = 1{,}135 \times 24 \times 360 \times 15 = 147\,000\ \text{kWh}.$$

Pentru această durată cheltuielile suplimentare de exploatare introduse de varianta cehoslovacă în aluminiu sînt de:

$$P_{r-e} = 147\,000 \times 0{,}27 = 39\,700\ \text{lei}.$$

unde P_{r-e} este prețul de exploatare pentru durata corespunzătoare.

Pentru un singur an, cheltuielile suplimentare de exploatare, pentru un regim convențional de 60% sarcină, se ridică la 2 650 lei.

În cazul cînd se admite numai o creștere a pierderilor în înfășurări de 20%, în aceleași condiții și la aceeași durată de funcționare, rezultatele vor fi:

$$0{,}36\ (8\,900 - 7\,400) = 540\ \text{W}$$

$$P_{tot} = 0{,}54 \times 24 \times 360 \times 15 = 70\,000\ \text{kWh}$$

$$P_{r-e} = 70\,000 \times 0{,}27 = 19\,000\ \text{lei}.$$

Pentru un singur an, costul energiei suplimentare se ridică la 1 260 lei, deci sub jumătate, față de varianta cu pierderi sporite, atît în fier, cît și în înfășurări, dar totuși ridicat.

În concluzie, din punct de vedere energetic, dintre cele două soluții existente, varianta cu pierderi sporite numai în înfășurări este de preferat.

După ce s-a prezentat aspectul energetic al problemei, să trecem la analiza diverselor variante, din punctul de vedere al costului materialelor active.

În tabela 2 se dau consumurile de materiale active pentru varianta cu înfășurările de cupru cu pierderi conform DIN 42510 și pentru varianta cu înfășurări de aluminiu, cu pierderi în fier conform DIN 42510 și pierderi în înfășurări sporite cu 20% pentru transformatoarele de 400 kVA 6/0,4 kV.

Tabela 2

Varianta	P_0 W	P_k W	G_{Fe} kg	G_{Cu} kg	U_k %
Cupru	1 630	7 400	520	220	6
Aluminiu	1 630	8 900	552	104	6

Dacă se consideră prețurile existente ale materialelor active:

sîrmă izolată cupru	22 lei kg
sîrmă izolată aluminiu	36 lei kg
bandă blank cupru	15 lei kg
bandă blank aluminiu	19 lei kg
tablă silicioasă izolată	5,5 lei kg

putem determina costurile materialelor active pentru cele două variante, în condițiile noastre economice. Pentru determinarea costurilor separăm din greutatea totală de aluminiu sau cupru greutățile componente ale celor două înfășurări pentru materialul neizolat.

În mod statistic, pentru transformatoarele de această mărime și tensiune, greutatea înfășurării de joasă tensiune reprezintă aproximativ 42% din greutatea totală a înfășurărilor. Pentru calculul costului, pentru înfășurarea de înaltă tensiune se adaugă izolația. Aceasta este aproximativ de 7% pentru sîrmă de cupru și 13% pentru sîrmă de aluminiu.

În aceste condiții, pentru varianta cu înfășurări de cupru, costurile vor fi:

joasă tensiune :	$0{,}42 \times 220 \times 15$	= 1 385 lei
înaltă tensiune :	$1{,}07 \times 0{,}58 \times 220 \times 22$	= 3 000 lei
fier :	5×550	= 2 860 lei
	Total	7 245 lei

Pentru varianta cu înfășurări de aluminiu rezultă:

joasă tensiune :	$0{,}42 \times 104 \times 19$	= 830 lei
înaltă tensiune :	$1{,}13 \times 0{,}58 \times 104 \times 36$	= 2 450 lei
fier :	5×552	= 3 040 lei
	Total	6 320 lei

După cum se observă, pentru o creștere a pierderilor în înfășurări cu 20%, materialele active ale variantei cu înfășurări de aluminiu costă cu 14,5 % mai puțin decît materialele active ale variantei cu înfășurări de cupru.

Avînd în vedere prețul de cost scăzut al aluminiului, se pune întrebarea, dacă nu este posibilă realizarea unui transformator cu înfășurări de aluminiu, cu aceleași caracteristici și cu același preț de cost cu ale unui transformator cu înfășurări de cupru.

Pentru ilustrare s-au calculat o serie de variante pentru transformatorul cu următoarele caracteristici:

$P = 400$ kVA
$U_1/U_2 = 6/0{,}4$ kV
Conexiuni Dy_{05}
$U_k = 6$ %
$P_k = 7\,400$ W
$P_0 = 1\,630$ W.

Pentru acest transformator s-au obținut:

$G_{Fe} = 540$ kg
$G_{Al} = 112$ kg.

Costul materialelor active:

joasă tensiune :	$0{,}42 \times 112 \times 19$	= 895 lei
înaltă tensiune :	$1{,}13 \times 0{,}58 \times 112 \times 36$	= 2 640 lei
fier :	$5{,}5 \times 540$	= 2 970 lei
	Total	6 505 lei

Pentru înlesnirea concluziilor, se dă tabela 3, în care sînt indicate datele comparative pentru varianta cu înfășurări de cupru cu pierderi în fier conform DIN 42510, varianta cu înfășurări de aluminiu cu pierderi în fier, conform DIN 42510 și pierderi în înfășurări sporite cu 20%, precum și pentru varianta cu înfășurări de aluminiu cu pierderi conform DIN 42510.

Tabela 3

Materialul înfășurării	P kVA	U_1/U_2 kV	P_{sc} W	P_0 W	U_k %	G_{Fe}	G_{Cu}	Cost materiale active
Cupru	400	6/0,4	7 400	1 630	6	520	220	7 250
Aluminiu	400	6/0,4	8 900	1 630	6	552	104	6 320
Aluminiu	400	6/0,4	7 400	1 630	6	540	112	6 505

Concluzii

Tendința de creștere a pierderilor în transformatoare la trecerea de la înfășurări de cupru la înfășurări de aluminiu trebuie analizată sub toate aspectele, deoarece cheltuielile suplimentare de exploatare pot fi foarte ridicate.

Calculul economic pentru condițiile noastre arată pentru varianta de 400 kVA 6/0,4 kV cu pierderi sporite atît în fier, cît și în cupru, o sporire a cheltuielilor de exploatare, pentru 15 ani, de 39 000 lei (prețul de vînzare al unui transformator de 400 kVA, fiind de circa 35 000 lei).

După cum reiese din tabela 3 variația prețului de cost al materialelor active la trecerea de la înfășurări de cupru la înfășurări de aluminiu, nu justifică o sporire a pierderilor, ci dimpotrivă. Pentru un același preț de cost, referindu-ne la costul transformatorului cu înfășurări de cupru, poate fi realizat un transformator cu înfășurări de aluminiu cu pierderi mai mici decît cele indicate în DIN 42510.

Intrat în redacție la 3. XII. 1957.

DIN INDUSTRIA NOASTRA ELECTROTEHNICA

Transformator de 20 MVA cu trei înfăşurări, la tensiunea de 110 kV cu reglaj sub sarcină, fabricat la „Electroputere" Craiova

CZ 621.314.22

Un produs al fabricii „Electroputere" care face parte din seria nouă de transformatoare mari este transformatorul de 20 MVA la tensiunile de 110/38 5/6,6 kV cu reglaj sub sarcină pe partea de înaltă tensiune . Principalele date tehnice ale transformatorului sînt date în tabela 1.

Tabela 1

Tensiuni kV			Grupa de conexiuni	Tensiuni de scurtcircuit, %			I_0 %
Înaltă	Medie	Joasă		IT – JT	IT – MT	MT – JT	
$\begin{matrix}+4\times2{,}5\,\%\\110\\-6\times2{,}5\,\%\end{matrix}$	$38{,}5\pm2\times2{,}5\,\%$	6,6	$Y_0\,Y_0-12-Y_0D-11$	17	10,5	6	3

La proiectarea şi realizarea acestui produs s-a ţinut seamă, în primul rînd, de faptul că siguranţa funcţionării în exploatare este în mod predominant calitatea cea mai importantă a unui transformator de mare putere şi înaltă tensiune. De

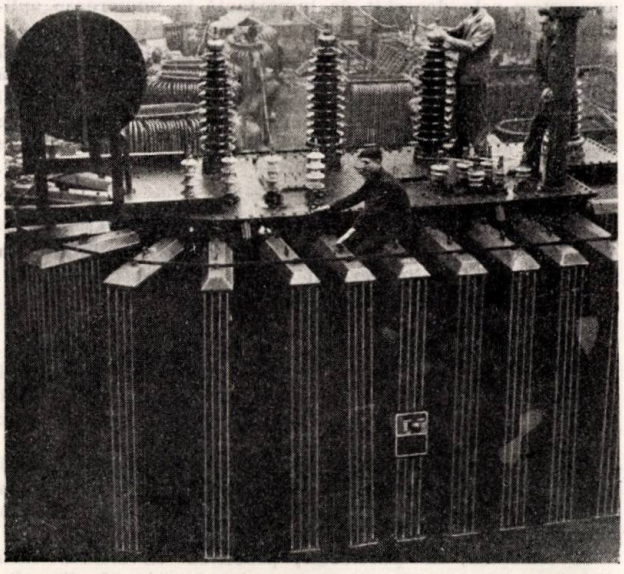


Fig. 1. Transformatorul de 20 MVA 110 kV. Vedere generală

aceea pe lîngă consideraţiile de ordin teoretic şi calculele efectuate s-a căutat să se ţină cît mai mult seama de concluziile care s-au tras din exploatarea pe termen lung a transformatoarelor similare, de fabricaţie atît proprie cît şi străină.

În consecinţă s-a căutat să se elimine orice element care ar fi putut să ducă la o funcţionare nesigură în exploatare.

Atenţia principală a fost îndreptată asupra problemelor supratensiunilor pe partea de înaltă tensiune, a eforturilor mecanice la scurtcircuit şi a încălzirii transformatorului la sarcină nominală şi la suprasarcină.

Pentru toate cele trei înfăşurări s-a folosit bobinajul continuu, fiind cel mai robust la eforturi mecanice. Spre a micşora pierderile suplimentare se face transpoziţia conductoarelor pe toată înălţimea înfăşurărilor.

În ce priveşte protecţia contra supratensiunilor pe partea de înaltă tensiune s-a ajuns la concluzia că este suficientă protecţia capacitivă parţială, folosindu-se un inel de gardă, bucle-ecran, spire gradat întărite şi spaţii de izolaţie dimensionate, în funcţie de gradienţii de tensiune care apar. În ce priveşte rezistenţa la unda de impuis, transformatorul poate să suporte în bune condiţii tensiunea de încercare de 500 kV pentru înfăşurarea de înaltă tensiune în condiţiile prevăzute de normele C.E.I. În ce priveşte eforturile mecanice la scurtcircuit, pe lîngă faptul că s-a ales tipul de bobinaj continuu, presarea axială se face cu inele de oţel.

Pentru răcirea transformatorului se foloseşte sistemul de răcire naturală cu radiatoare cu ţevi. În această privinţă s-au făcut calcule economice de comparaţie între sistemul de răcire naturală şi sistemul de răcire forţată cu ventilatoare. Rezultatele au arătat că în cazul răcirii naturale cu ulei, investiţiile suplimentare, legate de introducerea unui număr în plus de radiatoare şi a unui consum mai mare de ulei sînt compensate de costul ventilatoarelor şi de costul energiei electrice consumate de ventilatoare în circa un an de zile în cazul folosirii răcirii forţate cu ulei. În plus, exploatarea transformatorului devine mai simplă şi mai sigură.

Reglajul sub sarcină pe partea de înaltă tensiune se face pe nul cu ajutorul comutatorului cu rezistenţe de tip Jansen.

Miezul transformatorului este de tipul cu trei coloane. În

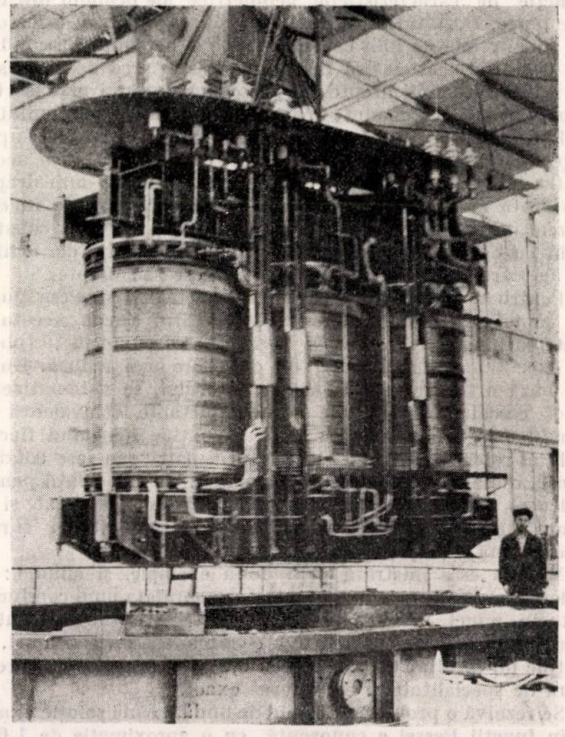


Fig. 2. Transformatorul de 20 MVA, 110 kV în momentul scoaterii din autoclavă pentru uscare sub vid.

cazul cînd se execută din tablă silicoasă groasă de 0,35 mm cu pierderi specifice de 1 W/kg şi izolată cu lac, pierderile la mers în gol sînt egale cu 48 kW. În cazul cînd miezul se execută din tablă silicioasă groasă de 0,35 mm, dar cu pierderi specifice de 1,3 W/kg şi izolată cu hîrtie, pierderile cresc la 65 kW.

În tabela 2 se indică randamentul transformatorului în cazul cînd se foloseşte tablă silicioasă de 1 W/kg sau 1,3 W/kg pentru cos $\varphi=1$ şi cos $\varphi = 0{,}8$ la sarcină de 100% şi 75%.

Tabela 2

Sarcina %	Tablă 1 W/kg		Tablă 1,3 W/kg	
	cos $\varphi = 1$	cos $\varphi = 0{,}8$	cos $\varphi = 1$	cos $\varphi = 0{,}8$
100	99,15	98,93	98,98	98,73
75	99,25	99,05	99,05	99,81

Uscarea şi umplerea cu ulei a transformatorului se face în autoclavă sub vacuum înaintat (95%). În cazul cînd este necesar ca transformatorul să fie uscat sub vid în exploatare cuva poate să suporte fără deteriorări un vacuum de 0,6 at.

Transformatorul fără accesoriile de pe capac, fără radiatoare şi fără cărucior se încadrează în gabaritul căilor ferate din ţara noastră şi în gabaritul internaţional, putînd fi transportat pe vagon cu platformă joasă.

Rezultatele obţinute la platforma de încercări ca şi rezultatele obţinute în exploatare au confirmat calităţile noii serii de transformatoare la tensiunea de 110 kV. Toate transformatoarele livrate pînă în prezent funcţionează în bune condiţii, deşi au suferit trăsnete directe, scurtcircuite la bare, elemente care altădată au dus, uneori, la defectarea transformatoarelor de altă fabricaţie.

Colectivul de proiectare

Intrat în redacţie la 1.XII.1957.

Referate

Electrotehnică teoretică

CZ 537.212 ; 621.315.5

Soluţia aproximativă a problemelor de cîmp electric cu ajutorul reţelelor curbilinii. [După *L. Tasny-Tschiassny* : Proc. Inst. Electr. Engrs. **104** (1957) part. C, 5, 116—129].

Se prezintă o metodă pentru studiul cîmpurilor electrice potenţiale plane stabilite în conductoare, cu o eventuală componentă transversală a densităţii de curent.

Se porneşte de la rezolvarea unei probleme auxiliare şi anume : se studiază cîmpul unui dipol electric cu sarcini finite şi distanţa dintre ele finită. Atît liniile de cîmp cît şi liniile echipotenţiale fiind cercuri, reţeaua acestor linii are toate ochiurile patrulatere curbilinii cu laturile arce de cerc. Cîmpul acesta se studiază folosind transformările conforme şi se ajunge la relaţii care dau funcţiunile de potenţial şi de flux pentru un segment de linie de cîmp în funcţie de caracteristicile geometrice ale ochiului din care fac parte. Rezultatul găsit se generalizează pentru orice ochi al unei reţele de linii echipotenţiale şi de cîmp, cu condiţia ca ochiurile acesteia să fie compuse din arce de cerc, sau, la limită, din linii drepte. O problemă de cîmp plan se tratează atunci în modul următor : domeniul de studiat se delimitează prin două linii echipotenţiale (eventual suprafeţele conductoarelor) şi prin două linii de cîmp, apoi aceste patru linii se aproximează prin arce de cerc sau linii drepte. Se arată cum, luînd ca puncte de plecare punctele în care razele de curbură ale liniilor se schimbă, se poate construi ochi cu ochi o reţea care are un număr minim de ochiuri şi ale cărei linii sînt toate arce de cerc sau drepte.

Pentru a obţine rezultate mai exacte, construirea punct cu punct a reţelei trebuie urmărită prin calcul. Acesta se sistematizează astfel într-o serie de tabele încît să poată fi executat şi de personal de calificare mai redusă. Luînd ca bază o lucrare anterioară a autorului, se sistematizează apoi calculul unei reţele de conductanţe echivalentă cu conductorul masiv dat şi care se obţine înlocuind fiecare ochi al reţelei spectrului electric prin patru sau şase conductanţe, după gradul de precizie urmărit. Se dau relaţii pentru calculul gradientului de potenţial într-un punct dat şi se arată într-un exemplu cum trebuie distribuit un curent transversal în reţeaua de conductanţe.

Metoda este ilustrată prin două exemple, şi anume : se calculează gradientul de potenţial la suprafaţa unui conductor într-un punct în care există un intrînd rotunjit printr-o curbă necirculară şi, folosind o reţea cu 4×6 ochiuri, se obţine un rezultat care diferă cu 0,6% de cel cules din literatura de specialitate şi considerat exact.

Se rezolvă o problemă de ghid de undă a cărei soluţie exactă prin funcţii Bessel e cunoscută, cu o aproximaţie de 1,6%, şi anume se calculează frecvenţa de oprire a unui ghid circular pentru modulul H_{11}. *S. M.*

CZ 621.3.011.4

Determinarea precisă a capacităţii unei plăci dreptunghiulare subţiri. [După *D. K. Reitan* şi *T. J. Higgins* : Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. **75** (1956) part. I., 761—766].

Articolul examinează determinarea distribuţiei de sarcină şi a capacităţii unei plăci dreptunghiulare subţiri a cărei cunoaştere este deosebit de importantă în numeroase aplicaţii. Întrucît o rezolvare analitică riguroasă este prea complicată, autorii propun o metodă de calcul aproximativ, denumită metoda subariilor. Metoda de calcul propusă poate fi efectuată cu ajutorul unui calculator digital. În acest fel, cu ajutorul calculatorului JBM s-au calculat capacităţile unui foarte mare număr de plăci dreptunghiulare. Rezultatele obţinute sînt redate în articol sub forma unor curbe universale. *Gh. R.I.*

CZ 621.372.44 ;621.318.435

O nouă metodă pentru tratarea problemelor neliniare, cu aplicaţie la circuitul rezonat cu inductanţă cu miez de fier. [După *M. K. Gohar* : Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. **75** (1956), part. I., 771—776].

Utilizarea circuitelor neliniare în diverse probleme industriale a devenit astăzi destul de mare. Rezolvarea majorităţii acestor circuite se face însă prin metode de aproximaţii succesive, care sînt foarte greoaie şi laborioase şi nu conduc totdeauna la soluţii corecte.

În articol se propune o nouă metodă de rezolvare bazată pe o anumită reprezentare aproximativă a caracteristicii elementului neliniar, pe baza căreia se pot apoi desfăşura calculele în mod simplu.

Se consideră, în particular, problema circuitului serii R,L,C cu inductanţă neliniară, avînd un miez de fier. Se examinează apoi efectul de histerezis al miezului acestei inductanţe.

Calculele efectuate sînt însoţite şi de o serie de rezultate obţinute experimental care constituie o bună verificare a teoriei. *Gh.R.I.*

CZ 621.372.44 : 621.318.436

Problemele generale ale teoriei circuitelor cu elemente magnetice neliniare. [După *S. A. Ghinsburg* : Avtomatika i Telemehanika, **17** (1956) 9,799—810]

Articolul discută problemele generale ale teoriei cvasiliniare a circuitelor neliniare de curent alternativ, insistînd în special asupra circuitelor neliniare cu elemente magnetice. Se stabilesc apoi relaţiile între parametrii de regim staţionar şi cei tranzitorii ai circuitelor neliniare cu elemente magnetice, după care se indică o metodă pentru determinarea caracteristicilor circuitelor cu inductanţe neliniare. Pe baza acestora se discută apoi condiţiile generale pentru apariţia în circuitele cu inductanţe neliniare a efectului de releu şi a aceluia de stabilizare a tensiunii.

În ultima parte se expun o serie de verificări experimentale ale teoriei.

Gh.R.I.

Mașini și transformatoare

CZ 621.944-83 : 621.34.024

Caracteristicile tranzitorii ale mașinilor de curent continuu pentru laminoare. [După *Snith Ed.P.* : Trans Amer. Inst. electr. Engrs. II, **76** (1957) 1, p. 326—331].

Deși în ultimile două decenii tehnica laminoarelor s-a dezvoltat impetuos, pentru acționarea lor s-a menținut motorul de curent continuu, caracteristicile lui bine cunoscute făcîndu-l propriu acestui scop. Mașina de curent continuu nu este însă studiată suficient. Se cunosc bine caracteristicile pentru funcționare în regim constant ca și caracteristicile de scurtcircuit. Regimurile tranzitorii deosebit de importante pentru o corectă proiectare a complexului de agregate ale unui laminor sînt mai puțin studiate.

Autorul aduce o contribuție în această direcție. Regimurile tranzitorii sînt definite de trei parametri :constanta de timp a excitației, constanta de timp a indusului și momentul de inerție a maselor în rotație. Pentru fiecare din acești trei parametri se dau expresiile de calcul, se discută asupra elementelor constructive care îi influențează, cum și despre factorii constructivi sau tehnico-economici care limitează valorile lor. Se indică valorile între care variază acești parametri la diverse motoare de construcție modernă. Un element suplimentar care trebuie avut permanent în considerație este comutația, la rîndul ei în interdependență cu toți ceilalți factori, cum se arată în încheiere.

I.C.

CZ 621.313.323

O mașină sincronă cu viteza redusă la jumătate și cu alimentare prin stator. [După *R.L.Russell* și *K. H. Norsworthy* : Proc. Inst. Electr. Engrs. **104** (1957) 13,77—87].

Dacă cele trei faze ale statorului unui motor asincron cu doi poli se alimentează, pe lîngă alimentarea în c.a. și în c.c. de intensități adecvate (obținuți, de exemplu, legînd sursa de c.c. în serie cu una din faze și cu celelalte două legate în paralel) rotorul în gol e antrenat cu viteza unghiulară $\omega/2,\omega$ fiind pulsația rețelei. Motoare de acest tip sînt cunoscute de aproximativ 60 de ani, dar din cauza perturbațiilor datorite saturației magnetice și apariției armonicelor de joasă frecvență în rețeaua de alimentare, însoțite de vibrații ale mașinii, ele nu au fost efectiv folosite. Într-adevăr, primul tip de defecte poate fi evitat, dar al doilea e inerent funcționării mașinii, a cărei alunecare e funcție de sarcină și dispare numai cînd mașina funcționează exact la viteza $\omega/2$, adică în gol. Funcționarea aceasta a fost realizată de Schenfer, dar autorii nu consideră soluția acestuia satisfăcătoare.

Caracteristica esențială a unui rotor pentru o mașină de tipul de mai sus e, după aceștia din urmă, o reluctanță cît mai mică după una din axe și cît mai mare după axa transversală pe aceasta. Încercări prezentate au fost efectuate în trei rotoare, și anume :

CW — cilindric, cu înfășurare monofazată în scurtcircuit ;
S — cu poli aparenți ;
SM — cu poli aparenți, cu o înfășurare în scurtcircuit pentru axa în cvadratură,

adaptabile aceluiași stator al unei mașini obișnuite bipolare de 5 CP, 440V, conectată în Δ la funcționare normală și cu 24 de crestături. Pentru a evita saturația s-a lucrat cu o tensiune alternativă de 260 V.

Încercările au urmărit variația cuplului, randamentului și factorului de putere cu unghiul de stabilitate pentru diverse intensități ale curentului continuu din stator, și compararea curbelor experimentale cu cele predeterminate din diagrama de funcționare a mașinii. Aceleași curbe au fost predeterminate din diagrama de funcționare a mașinii, care se trasează din datele a două determinări, una executată numai în c.a., cea de a doua în c.a și c.c.

Din încercări rezultă, între altele, că pentru rotoarele SW și CW se poate obține un cuplu de pornire bun și că în general mașina are un mers stabil pentru alunecări mai mari de 0,5.

Încercările privesc și funcționarea mașinii în jurul vitezei de sincronism deplin.

Se fac unele considerații asupra alimentării în c.c. și asupra ameliorării mersului mașinii prin construirea rotorului din tole paralele cu axul. Din performanțele mașinii rezultă că ea ar fi interesantă numai pentru aplicații speciale.

Autorii consideră că au studiat caracteristicile cele mai importante ale acestui tip de mașină și că n-au tras concluzii mai precise decît permit determinările sau teoria, care e sumară.

În primele încercări, randamentul maxim obținut este de circa 75%, dar acesta ar putea, probabil, să fie ameliorat prin construcția de rotor recomandată.

S.M.

CZ 621.313.322.072.9

Condiții de restabilire a sincronismului după pierderea stabilității. [După *V. M. Gornstein* : Electricestvo, **76** (1956) 10, 12—18].

În articol se tratează problema autosincronizării generatoarelor sistemelor energetice fără intervenția omului, în cazurile cînd acestea, din motive de instabilitate au ieșit din sincronism.

Se pornește de la ecuația mișcării rotorului generatorului în regim de motor asincron, în ipoteza unei poziții fixe a regulatorului turbinei, variabilele fiind unghiul dintre coroanele de cîmpuri învîrtitoare și alunecarea. Această ecuație fiind neliniară nu se poate soluționa decît prin integrări numerice. În baza relației dintre cele două variabile se stabilesc diagramele care în teoria oscilațiilor sînt cunoscute sub denumirea de „traiectorii de fază". Aceste traiectorii apar în cazul oscilațiilor amortizate, sub forma unor curbe spirale. Dîndu-se diferite valori alunecării inițiale se obține o serie de traiectorii de fază care constituie „portretul de fază" al sistemului. Din studiul acestor traiectorii se constată că restabilirea sincronismului are loc numai pentru legături puternice între generator și sistemul energetic.

În cazurile pentru care ieșirea generatorului din sincronism cauzează reducerea frecvenței sistemului, condițiile de restabilire ale sincronismului sînt și mai grele.

Mijloacele pentru asigurarea resincronizării se pot crea cu ușurință, prevăzîndu-se posibilități de descărcare a sarcinii pînă la restabilirea frecvenței normale, sau reducîndu-se în limite acceptabile coeficientul de neregularitate al regulatorului de turație al turbinei.

S.S.

CZ 621.313.322.015.3 :621.313.126.013.1

Influența saturației sistemului magnetic al excitatoarei asupra procesului tranzitoriu al mașinii sincrone. [După *L. Z. Senkman* : Electricestvo, **77** (1957) 1,35—37].

La schimbări bruște ale regimului de funcționare și, în special, la scurtcircuite, experiența a dovedit că restabilirea tensiunii se face mai repede în cazurile cînd excitatoarea rămîne conectată cu rotorul generatorului, decît la stingerea rapidă a cîmpului care se face prin deconectarea excitatoarei.

Autorul acestui articol s-a ocupat de procesul tranzitoriu al mașinii sincrone conectate cu excitatoarea, ținînd seamă de saturația circuitului magnetic al acesteia. Calcularea ecuațiilor diferențiale s-a efectuat pe bază de integrare numerică, folosindu-se caracteristica de mers în gol a excitatoarei.

Rezultatele acestor calcule au condus la următoarele concluzii : 1) saturația circuitului magnetic al excitatoarei este un factor important al formei procesului tranzitoriu ; 2) cea mai mare abatere față de calcul a formei reale a procesului tranzitoriu se datorește neluării în considerare a saturației excitatoarei la forțarea excitației prin relee sau la compoundare ; 3) în cazurile cînd nu se folosește forțarea excitației și compoundarea, luarea în considerație a neliniarității nu joacă un rol prea important. În aceste cazuri devine posibilă demagnetizarea sau chiar schimbarea polarității excitatoarei. Aceste efecte se observă, în special dacă, se mărește rezistența circuitului indusului excitatoarei sau reacția indusului.

S.S.

CZ 621.314.222.045 : 621.315.53

Transformatoare de forță cu bobinaje din aluminiu. [După *L. M. Șniter*: Vestn. Electroprom, **28** (1957) 4, 43—46].

Se analizează problema înlocuirii cuprului cu aluminiul la realizarea bobinajelor transformatoarelor de gabaritele I și II (uscate și în ulei). Sînt comparați indicii tehnico-economici ai transformatoarelor cu aluminiu și, în special, greutățile specifice. Sînt redate o serie de calcule economice comparative între transformatoarele cu cupru și cele cu aluminiu și cu rezultatele respective.

Industria sovietică a realizat o gamă de puteri între 50 și 2 400 kVA la clasele de tensiuni 6 și 10 kV.

În concluzie se arată că transformatorul cu bobinajele din aluminiu în nici un caz nu poate egala pe cel cu bobinajele din cupru: primul, ori are randamentul mai scăzut, ori la același randament are gabarite mai mari sau este mai scump decît cel de-al doilea.

Seria transformatoarelor cu bobinaje din aluminiu poate fi privită numai cu caracter de conjunctură dar în nici un caz ca o construcție rațională. De aceea, admițînd pe o anumită perioadă de timp construcția transformatoarelor din aluminiu și aceasta numai datorită unor considerente de conjunctură, astăzi se tinde în U.R.S.S. la completa lor înlocuire cu tipurile cu bobinaje din cupru.

A.B.

Materiale electrotehnice

CZ 621.315.611

Un nou dielectric din polietilenă, modificat prin radiație. [După The Rubber and Plastics Age, **38** (1957)11, 959].

La Expoziția inginerilor electricieni din Anglia, care a avut loc la sfîrșitul anului trecut, firma Mercey Cable Works Ltd a prezentat sub denumirea de „Merad" un nou tip de material dielectric, confecționat din polietilenă modificată prin radiații, a cărui producție a început deocamdată pe o scară redusă.

Echipamentul confecționat din acest material este destinat pentru utilizarea la temperaturile superioare celor obișnuite. Pentru preparare ca materie primă au servit polietilena simplă și agenți chimici de modificare, care au fost expuși la un bombardament electronic de mare viteză cu un accelerator particule Van de Graaff de 2 MeV.

În cursul unor cercetări succesive s-a constatat că proprietățile dielectrice ale produsului inițial nu au fost afectate, iar datorită deplasărilor transversale a moleculelor în cursul iradiației, temperatura maximă, la care produsul putea fi utilizat în mod continuu, a crescut de la circa 85°C la 100°C, permițînd o utilizare de scurtă durată la temperatura de 150°C.

Consecințele pe care această constatare le poate avea în domeniul producției de conductoare și cabluri sînt considerabile. Astfel, lipirea poate fi obținută direct prin izolare, iar cabluri cu polietilenă iradiată pot fi utilizate în mediul unor temperaturi ridicate. Afară de aceasta, suprasarcinile instantanee care pînă acum provocau degradarea izolației, au devenit inofensive, deoarece spre deosebire de polietilena obișnuită Merad nu se topește la temperaturi ridicate, ci se transformă într-un material asemănător cu cauciucul, opunînd o rezistență utilă pînă la temperatura de 450°C.

Celelalte proprietăți fizice ale materialului se îmbunătățesc sau rămîn nemodificate. În prezența detergenților pe suprafața produsului iradiat nu se formează fisuri, iar rezistența la acțiunea agresivă a hidrocarburilor aromatice și alifatice crește.

Rezistența la întindere, alungire și la abraziune se îmbunătățesc, flexibilitatea rămînînd însă neschimbată. Procesul de trefilare a sîrmei poate fi realizat în mod obișnuit.

Noul material permite o remarcabilă îmbunătățire a procesului de îmbrăcare a sîrmei. Din materialul iradiat se poate obține prin extrudere un tub izolator cu diametrul de 1/8 inch, care poate fi întins la rece pînă la diametrul interior, de 1/5 inch sau mai mult. Printr-o încălzire de scurtă durată între 135 și 150°C, materialul revine la diametrul inițial de 1/8 inch, formînd astfel o izolație perfectă.

Prin folosirea unui sistem simplu de role, conductorul este trecut printr-un fascicul de raze astfel, încît suprafața izolației primește aceeași cantitate de radiații.

Avînd în vedere că în cursul bombardamentului nu toți electronii sînt absorbiți de polietilenă, pentru protecția împotriva particulelor libere și a razelor X de joasă energie operația este dirijată de la o masă de comandă, situată în afara încăperii în care se află acceleratorul.

În tabela 1 se expun deosebirile fundamentale între polietilena obișnuită și cea iradiată tip „Merad". Pentru comparație s-a luat polietilena normală de gradul 7 și „Merad" iradiat cu o doză redusă.

Tabela 1

Caracteristici	Polietilena normală gradul 7	Polietilena iradiată Merad (doză redusă)
Rezistența la întindere lbs/in.	1,500	2,400
Alungire la rupere, %	500	550
Fluajul mecanic		Mai redus decît la polietilena normală
Fuzibilitate	Se topește la 115°C	Se transformă la 115° într-o substanță asemănătoare cu cauciucul
Coeficientul de expansiune		Neschimbat
Rezistența la acizi și baze	Se carbonizează complet în acid sulfuric fierbinte	Atacată de acid sulfuric fierbinte numai la suprafață
Gradul de oxidare		Nemodificat
Rezistența la efortul de finisare exterioară	Supusă la fisurare în prezența agenților tensioactivi, degradare pînă la 50 % în mai puțin de două ore în Igepal la 50°C	Complet imună
Absorbție în solvenți	Se dizolvă la temperaturi ridicate în unii solvenți	În aceeași solvenți se produce numai o umflare
Factor de putere: la 10^6 Hz	0,00015 . . . 0,00025	0,00025. . . 0,00035
Constanta dielectrică: la 10^6 Hz	2,3	2,3
Rezistivitate volumetrică	Peste 10^{17} Ω/cm	Peste 10^{17} Ω/cm

Cu toate că procesul de fabricare permite deocamdată producția unor cantități limitate de anumite tipuri de conductoare izolate și cabluri de dimensiuni mici, se poate preconiza că folosirea unor acceleratoare mai puternice, capabile de o penetrație mai profundă va duce la extinderea procesului pentru producția unui echipament electric de dimensiuni mai mari.

În prezent, cercetările continuă în direcția aplicării acestui proces și în alte domenii.

J.T.

CZ 621.315.53.002.72

Procedee noi pentru îmbinarea conductoarelor de aluminiu. [După Elektrotechn. Z. — B, (1957) 10, p. 404].

Lipitul aluminului este împiedicat de oxidul de aluminiu, care nu permite aderența metalului topit la suprafața piesei de îmbinat. Stratul de oxid este îndepărtat actualmente fie pe cale chimică, fie mecanic cu peria de sîrmă, procedee care îngreuiază fabricația în serie. În ultimul timp s-au dezvoltat alte sisteme de lipit. În primul rînd se utilizează lipitul ultrasonic, tratat în literatura de specialitate.

Pentru industria electrotehnică și industria ușoară s-a construit un ciocan electric de lipit (165 W), prevăzut cu o gaură în vîrf, în care este introdusă o perie de oțel. După ce materialul de lipit (cositor/zinc—90/10) s-a topit și a acoperit aluminiul, se pune în mișcare (prin ajutorul unui vibrator) peria de sîrmă, care distruge stratul de oxid sub protecția materialului topit, astfel că se împiedică reoxidarea. Pentru a nu se astupa peria este interzisă utilizarea oricărei paste de lipit.

Industria telecomunicațiilor și a condensatoarelor utilizează pentru lipituri mici un aparat constînd dintr-o mașină electrică de găurit manuală, care în loc de burghiu poartă un polizor ceramic. La o anumită turație polizorul vine în atingere cu metalul de lipit (metalul Wood sau cositor/plumb), pe care îl topește, și îl aplică pe piesa de aluminiu care prin frecare este încălzită și curățată în același timp sub protecția stratului de metal topit. Astfel lipitul se produce într-o singură operație.

Pentru curățatul oxidului s-a utilizat cu succes și o perie cu peri de sticlă, care — datorită conductibilității termice

scăzute — împiedică răcirea suprafeței de lipit, evitînd și aderența materialului de lipit la aceștia peri de sticlă.

Îmbinările prin înșurubare sînt ameliorate printr-o pastă conținînd o unsoare amestecată cu grăunți de metal, care realizează un contact superior și durabil.

G.C.

CZ 621.315.2 : 66.047.2

Studiul regimurilor de uscare sub vid a cablurilor electrice. [După *I. D. Troițki*: Vestn Electroprom, **28** (1957) 4, 18—21].

Se arată inițial că procesul de uscare al izolației cablurilor se compune din două faze : încălzirea cablului pînă la temperatura de 120—130°C prin trecerea prin conductor a unui curent continuu cu densitatea de aproximativ 2 A/mm² timp de 3—6 ore și uscarea sub vid în care se execută extragerea completă a vaporilor de apă timp de 40 la 100 ore. Cercetările au arătat că conținutul de umiditate din izolația cablului, după uscare, nu trebuie să fie mai mare de 0,3%. La determinarea regimului de uscare se ține seamă de următorii parametri : temperatura, presiunea remanentă și durata. Temperatura ținînd seamă de prezența izolației de hîrtie, nu poate depăși 130°C. În continuare s-a studiat repartiția umidității în grosimea izolației determinîndu-se curbele experimentale pentru un model de cablu cu conductor din cupru. Presiunea remanentă de lucru : 100 mm col. Hg, temperatura medie de regim 120°C și durata de uscare 16 ore.

În timpul uscării au fost măsurate caracteristicile electrice ale cablului, creîndu-se în prealabil trei condensatoare coaxiale ai căror electrozi erau formați din conductorul de cupru și de straturi de hîrtie metalizată din trei porțiuni diferite ale cablului. Astfel s-au trasat curbele de variație ale celor trei capacități.

A.B.

CZ 621.315.2 : 621.3126

Cablu de ieșire pentru tensiunea de 420 kV. [După *S. S. Gorodetki*: Vestn Electroprom, nr. **28** (1957) 4,14—16].

Cablurile de ieșire pentru tensiuni foarte înalte se construiesc pentru trecerea prin ziduri sau clădiri, sau în ultima vreme pentru racordarea transformatoarelor hidrocentralelor subterane la liniile aeriene.

Una dintre condițiile de bază este realizarea unui volum specific cît mai redus. Industria sovietică a construit un astfel de cablu pentru tensiunea de 420 kV. Izolația a fost realizată din hîrtie subțire de cablu și împregnată într-un ulei special. Pentru mărirea gradientului de potențial de lucru, s-a ales soluția menținerii uleiului la o presiune de 15 kg/cm². S-a ajuns astfel la intensități ale cîmpului electric de lucru : radiale de 12 la 14 kV/mm și tangențiale de 4 la 7 kV/mm.

În continuare se arată variația intensității cîmpului electric de străpungere la impuls și în curent alternativ la frecvența de 50 Hz funcție de grosime hîrtiei.

Încercările electrice au fost riguroase în sensul că s-a mărit tensiunea de încercare la străpungere în curent alternativ de la 850 kV la 1 100 kV.

Încercarea rigidității mecanice s-a făcut la presiunea de 21 kg/cm² timp de două ore.

Separat sînt descrise încercările asupra pierderilor dielectrice pentru materialul de impregnare și cablul uscat și impregnat. Cablul construit poate transporta o putere maximă de 123,5 MVA.

A.B

CZ 621.318.2./3

Materiale magnetice moi și importanța lor pentru aplicațiile practice. [După *Kl. Sixtus*: Elektrotechn. Z.—A. **77** (1956) 21, 790—799.]

În ultimii ani au fost realizate diverse materiale magnetice moi care au permis o mai bună funcționare a dispozitivelor în care sînt utilizate, reducînd în același timp și gabaritul acestor dispozitive. Autorul tratează în special despre materialele cu magnetizare nepermanentă, adică despre aliajele fero-siliciu, fero-nichel ca și de feritele folosite mai cu seamă în înaltă frecvență. În domeniul magneților permanenți sînt indicate ameliorările obținute în aliajele aluminiu-nichel-cobalt ca și caracteristicile feritei de bariu. Autorul arată, între altele, că amplificatoarele magnetice construite cu tole laminate la rece dau un randament mai mare. Este posibil ca feritele să fie utilizate și pentru întrebuințări pentru care materiile prime magnetice disponibile nu pot fi adoptate. Ferita de bariu posedă o forță coercitivă ridicată și este utilizată în dispozitive care necesită o stabilitate mare magnetică împotriva cîmpurilor demagnetizante.

Se arată exemple în aplicațiile tehnice ale acestor materiale în avantajele și particularitățile lor.

M.P.

CZ 621.315.61 : 536.21

Asupra determinării experimentale a conductibilității termice rezultante a materialelor izolante. [După *F. Raskop*: Elektrotechnik Würzburg **39** (1957) 7 (16 febr.) 42, 44]

Autorul, specialist cunoscut în domeniul izolațiilor electrice, prelucrează în acest articol un studiu al Dr. Ing. Claudio Benco, apărut în publicația italiană „Technica Italiana Rivista d'Ingeneria e Scienze" nr. 5/1956. Izolanții moderni, care au excelente proprietăți dielectrice, fizice, termice și mecanice, au totuși o conductibilitate termică mică, ceea ce este un neajuns. Cu cît poate fi mai repede evacuată căldura produsă în înfășurări, cu atît trebuie să fie mai redusă secțiunea conductorului și deci, consumul de metal. Trebuie ca izolația conductorului și nuturilor să fie subțire și totuși să posede proprietățile citate anterior, iar aerul din bobine să fie evacuat înainte de impregnare. Bandajarea bobinelor împiedică evacuarea căldurii. Lacurile de impregnare au o conductibilitate termică mult mai mare decît aerul. Dacă unui lac i se adaugă un pigment cu mai bună conductibilitate termică, se mărește și conductibilitatea termică a lacului. Metoda de măsurare propusă de Dr. Ing. Benco se bazează pe legea de răcire a unui tub de sticlă umplut cu mercur, încălzit la 100°C și introdus apoi fără pierdere de vreme în orificiul epruvetei. Se descrie instalația și precauțiile luate. Aceeași măsurătoare este efectuată asupra unui corp masiv cu conductibilitate termică k_b cunoscută. Tubul încălzit la 100°C în baia de apă, este mutat în orificiul interior al epruvetei. Cînd termometrul arată 90°C, se declanșează termometrul care este oprit la 18°C. Timpul scurs este τ. Coeficientul de conductibilitate termică în timpul τ_x se determină din relația :

$$k_x = k_b \frac{\tau_b}{\tau_x} \text{ (cal/m °C).}$$

După rezultatele din tabele se vede că conductibilitatea termică crește prin impregnare. Cea mai remarcabilă îmbunătățire o aduce lacul siliconic de impregnare. Toate lacurile folosite au fost pe bază de silicați volatili în proporție de 40—60 %. Folosind lacuri fără solvenți, cu uscare prin întărire catalitică, cărora li s-ar adăuga și pigmenți cu conductibilitate termică, s-ar obține rezultate mai bune.

A.S

CZ 621.316.845

Folii rezistente nitrate. [După Elektrotechnik Würzburg, **39** (1957), 5 (2 febr.), 36]

Rezistențele de dimensiuni mici și stabilitate mare sînt larg folosite. Cercetările întreprinse la Institutul Battelle au arătat că foliile rezistive din Cr—Ni sau Cr—Ti-Ni sînt corespunzătoare. E. H. Layer și E. R. Olsen au putut produce asemenea rezistențe de ordinul M Ω cu un coeficient de temperatură sub 0,01 %°C. Rezistențe neprotejate de Cr—Ni și Cr—Ti—Ni funcționînd la plină sarcină și temperatură a camerei de 150°, prezintă o variație a rezistenței de numai cîteva procente în 10 000 ore. Rezistențele de Cr—Ni sînt mai bune decît cele de Cr—Ti—Ni, dar în fabricația curentă nu sînt perfect reproductibile. Rezistențele de Cr—Ti—Ni sînt perfect reproductibile și sînt recomandate spre folosire pentru valori sub 2MΩ la 1 W și 250 kΩ la 0,25 W, unde se cere o perfectă siguranță împotriva umezelii, un coeficient de temperatură al rezistenței sub 0,015 %°C între 65—150°C și o variație continuă a rezistenței sub cîteva procente în 1000 ore la o temperatură de lucru de 150°C.

A.S.

Aparate electrice

CZ 621.318.424.001.24

Contribuţii la calculul bobinelor de reactanţă cu întrefier în miez. [După *W. Knaack*: Elektrotechn. Z.—A, **77** (1956) 19, 702—705].

În completarea procedeelor de calcul cunoscute ale inductanţei în bobinele de reactanţă în care întrefierul este situat fie în miezul bobinei, fie în afara ei, autorul descrie un procedeu de calcul aplicabil tuturor cazurilor. Utilizînd înlocuirea întrefierului cu pînza de curent, se poate reda cu exactitate comportarea bobinei de reactanţă şi se poate calcula reactanţa. În procedeele de calcul existente apăreau lacune care au putut fi acoperite. Măsurătorile la platformă la tensiunea întreagă sînt destul de anevoioase, citeodată chiar imposibil de executat, de altfel ca şi determinarea pierderilor. Este deci necesar ca toate calculele să se facă cu exactitate. Aceasta este posibil cu ajutorul metodei indicate. După cum au arătat teoria şi măsurătorile, pierderile prin curenţi turbionari produşi de cîmpul transversal de scăpări joacă un rol important în care încălzirea admisibilă a înfăşurării este predominantă faţă de pierderi. Tot prin metoda indicată se pot determina cu exactitate solicitările electrodinamice permiţînd astfel o dimensionare constructivă sigură a bobinei de reactanţă.

M.P.

CZ 621.316.57.064.241

Nou întreruptor cu aer de 220 kV, 7 000 MVA. [După *T. I. Smirnov*: Electricestvo, (1957) 6, p. 48—50].

În Institutul electrotehnic unional „Lenin" s-a realizat construcţia experimentală a unui nou întreruptor cu aer pentru tensiunea de 220 kV şi o putere de rupere de 7 000 MVA, care reprezintă o variantă mai perfecţionată a întreruptorului de 5 000 MVA.

Un element monofazat al acestui întreruptor constă din: un izolator suport pe care este montat dispozitivul de acţionare al separatorului, camerele de stingere şi divizorul de tensiune. Pe alte două coloane, compuse din cîte 7 izolatoare de tipul ISD. 35, se găsesc contactele fixe ale separatorului. Fiecare element monofazat este înzestrat cu rezervor de aer comprimat şi dulap de comandă. Camerele de stingere, în număr de patru, sînt situate în interiorul unor izolatoare de porţelan, fiind prevăzute cu contacte fixe, mobile şi dispozitiv de acţionare pneumatic. Divizorul de tensiune este format dintr-un şir de 4 rezistenţe (în total 720 k Ω) conectat în paralel cu camerele de stingere. Schema de comandă a întreruptorului este identică cu cea a tipului de 5 000 MVA. Comenzile se pot face monofazat sau trifazat. Alţi parametri ai întreruptorului: curentul nominal — 1 000 A; curentul nominal de deconectare — 18,4 kA; timpul de deschidere propriu — 0,06 s; durata maximă a arcului — 0,02 s; timpul de închidere — 0,45 s; presiunea nominală a aerului — 20 at; capacitatea rezervorului principal — 1 214 l; capacitatea rezervorului suplimentar (în cazul folosirii RAR) — 1 214 l; consumuri de aer (sînt date pe o fază la presiunea atmosferică): la o deconectare — 5 500—6 100 l, la o conectare — circa 400 l, la RAR — 9 700— 10 900 l; greutatea (pe fază) circa 6 000 kg.

Articolul conţine şi rezultatele (însoţite de diagrame) a încercărilor mecanice şi electrice efectuate asupra întreruptorului.

P.C.

CZ 621.316.57.064.4

Problema stingerii arcului în întreruptoare de înaltă şi foarte înaltă tensiune. [După *V. Husa* şi *I. Cihelka*: Conferinţa VII-a a electrotehnicienilor din Weimar 1957, nr. 2.8.]

Autorii comunică unele rezultate de experienţe efectuate la staţia de încercări de la Bechowice. În camerele de stingere ale întreruptoarelor cu aer comprimat s-au studiat fenomenele aerodinamice tranzitorii şi emisiunea termoionică a contactelor. Din oscilogramele presiunii înainte şi după ajutaj rezultă o scădere a presiunii în timpul trecerii curentului prin zero. În concordanţă cu o teorie dezvoltată de către E. M. Ţeirov într-o lucrare publicată în Electricestvo (1950) 10, 27, depresiunea se datoreşte deplasării cu viteză mult mai mică a aerului rece decît a celui încălzit după trecerea prin ajutaj. Între viteza w şi presiunea p critică în mers în gol şi la un scurtcircuit puternic (deschiderea ajutajului spre vid) există un raport constant:

$$\frac{w_s}{w_0} = \sqrt{\frac{2}{k+1}} = 0{,}895\,; \quad \frac{p_s}{p_0} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}} = 0{,}458.$$

Astfel scăderea presiunii în ajutaj pare să fie un fenomen esenţial pentru stingerea arcului electric.

Rigiditatea dielectrică a spaţiului de arc în momentul trecerii curentului prin zero depinde de existenţa unor ioni şi electroni în acel spaţiu. Ionii sînt vehiculaţi de către curentul de aer, electronii depind însă mai mult de cîmpul electric. Electronii noi se introduc în spaţiul de arc din picioarele incandescente ale arcului. Calculele arată că răcirea prin conductibilitatea metalică a contactelor nu este suficient de rapidă, deci curentul de aer poate să vehiculeze electroni în spaţiul de arc. Rotirea electrozilor sau a arcului este foarte favorabilă.

În legătură cu stingerea arcului în ulei autorii nu sînt de acord cu teoria expansiunii a lui Kesselring, ci consideră eşaparea gazelor mai mult o măsură de siguranţă decît un criteriu de stingere. Gazele ionizate eşapate pot produce uneori conturnări de izolaţie în exteriorul întreruptorului. La curenţi mici stingerea arcului se face cu dificultate. Lungimea camerei de stingere este condiţionată de întreruperea sigură a acestor curenţi mici. Presiuni mai mari în camera de stingere favorizează stingerea şi în acest caz. Calculul fenomenelor nu este atît de avansat ca în cazul întreruptoarelor cu aer comprimat. Încărcarea la rupere cu curenţi asimetrici este mai aspră decît la camera cu aer, din cauza presiunii ce apare în semiperioadele mari.

În ce priveşte metodele de încercare în laborator, autorii n-au încredere în extrapolarea performanţelor unui singur element pe mai multe elemente legate în serie, din cauza problemei repartizării potenţialelor şi, mai ales, a neuniformităţii alimentării cu aer comprimat.

În fine, autorii prezintă unele dispozitive de măsură a fenomenelor fizice în cursul întreruperii.

A.A.

Măsurători şi aparate de măsură

CZ 621.314.222.8.088

Măsurarea erorii în reductoarele de tensiune în cazul tensiunilor mici. [După *W. Fritz*; Elektrotechn. Z.—A. **77** (1956) 19, 695—696].

O mare parte a reductoarelor de tensiune sînt folosite cu relee de distanţă pentru dispozitive de protecţie. Aceste relee funcţionează uzual cu tensiuni cu valori mai mici de 20 % faţă de tensiunea reţelei. Erorile acestor reductoare sînt bine cunoscute chiar pentru tensiunile mici şi nu depăşesc anumite valori. Se arată o metodă cu care pot fi determinate erorile reductorului şi pentru valori de la 3 la 5 % din tensiunea nominală. În acest caz, se recurge la un repartitor de tensiune aditivă după o schemă indicată de autor. Noile dispozitive de măsurare studiate în acest scop sînt în general atît de sensibile încît pot fi compensate cu o precizie suficientă, chiar şi pentru tensiunile cele mai reduse. Se expun rezultatele măsurării efectuate în sensul indicat, pe două reductoare de tensiune.

M.P.

CZ 621.35.035.1

O nouă formă de cuvă electrolitică. [După *K. F. Sander* şi *Y. G. Yates*: Proc. Inst. Electr. Engrs. **104**, (1957) part. C. 5, 81—86].

Pornind de la ideea că erorile cele mai importante în determinările executate la cuva electrolitică folosind doi electrozi apropiaţi se datorează miniscului de electrolit ridicat între cei doi electrozi, autorii au întreprins un studiu experimental al acestor erori, care a dus la conceperea şi executarea unei cuve de tip nou.

Erorile au fost studiate întîi pe un model la scară redusă, cu figurarea meniscului printr-o placă izolantă mobilă profilată convenabil. Într-o serie de determinări în care s-au

folosit electrozi capilari, s-a arătat că într-adevăr ordinea de mărime a erorilor poate fi justificată de existența meniscului, și că, pentru un contact realizat doar la suprafața electrolitului, electrozii capilari dau, spre deosebire de cei metalici, erori practic nule, circumstanță care nu e exploatată în construcția uzuală de cuve.

S-au efectuat apoi determinări directe variind prin mijloace diverse înălțimea meniscului dintre electrozi și observîndu-l pe acesta la microscop. S-au observat astfel, pentru meniscuri de 0,6 mm înălțime, erori în minus de circa 10 %, variind aproape liniar cu înălțimea meniscului.

Din determinările de mai sus rezultă importanța meniscului pentru erori. Se pot lua măsuri constructive pentru intrarea lui în cuvele de construcție uzuală, dar ele complică montarea electrozilor. Totuși, cu aceste dispozitive, erorile datorite meniscului pot fi reduse la 0,1 %.

Într-un articol anterior, autorii au arătat că ar fi avantajos să se folosească electrozi capilari sub forma unor mici găuri într-o foaie izolantă din planul de simetrie al sistemului. Se descrie realizarea acestei idei, sub forma unei cuve în care fundul cuvei e plan, cu o garnitură fixă de găuri pentru electrozii capilari și în care modelul unei jumătăți de piesă cu simetrie axială se poate deplasa. Cuva trebuie să fie mai mare decît una obișnuită (cam de trei ori cît modelul). Cuva descrisă are dimensiunile 93 cm × 61 cm × 10 cm cu un fund gros din sticlă, cu toleranța de planeitate de circa 0,13 mm. Patru probe din sîrmă de platină izolate în neopren au acces la fundul cuvei printr-o rondelă potrivită într-un orificiu de 1" diametru. Modelul este susținut de un cărucior, poziția lui fiind asigurată cu o precizie de circa 0,13 mm. Se dau detalii constructive și rezultatul unei determinări efectuate pentru studiul global al erorilor (inclusiv cele de poziție) asupra unui model compus din doi cilindri coaxiali. S-a constatat că rezultatele determinărilor sînt stabile, cu o aproximație de 1 % și că valorile maxime ale erorilor globale sînt de ± 5 %.

S.M.

CZ 621.314.222.048.82 : 621.3.015.532

Măsurarea efectului Corona la transformatoare în ulei. [După *E. J. Adolphson* și *F. J. Vogel* : Electrical Eng. **76** (1957) 9, 782—787.]

La transformatoarele în ulei tensiunea de coronizare apare adeseori o dată cu tensiunea de străpungere a dielectricului. Examinarea locurilor în care s-a produs o străpungere arată și existența unor descărcări Corona. Cunoașterea locurilor în care se produc asemenea descărcări ar putea conduce la construirea unor transformatoare cu o mai bună rigiditate dielectrică. Aparatele existente pentru determinarea apariției fenomenului Corona realizează numai aprecieri de ordin calitativ. Autorii descriu un aparat capabil să efectueze măsurători cantitative asupra descărcărilor Corona într-un transformator. Se dau cîteva indicații asupra metodei de simulare a efectului Corona cum și o serie de rezultate obținute. Se descriu electrozii utilizați pentru încercarea în aer a foilor izolante. S-au făcut încercări asupra unor transformatoare de intensitate în aer și asupra unor transformatoare de forță de 2,4 kV, 7,2 kV și 110 kV în ulei.

La transformatoarele de forță de joasă tensiune s-a scos în evidență diferența în ce privește apariția efectului Corona, cum și intensitatea fenomenului la transformatoarele umplute cu ulei la presiune normală față de cele umplute cu ulei sub vid.

I.C.

CZ 621.317.7.013.7

Ecranarea magnetică și astatizarea instrumentelor electrice de măsură. [După *E. G. Schlosser* : Arch. Techn. Messen (1957)258,159—160 (J. 024—5) : 259, 173—176 (J. 024—6)].

Indicațiile instrumentelor electrice de măsură sînt falsificate de anumite cîmpuri exterioare. Pentru a se elimina aceste influențe se întrebuințează astatizarea și ecranarea magnetică. Dacă cele două ace ale unui galvanometru cu ac sînt situate paralel cu momente magnetice egale, așa ca polii diferiți să fie față în față, momentul magnetic rezultant al montajului este nul și un cîmp perturbator omogen nu poate exercita nici un moment director asupra sistemului. Din motive constructive nu este posibil să se dea ambelor ace momente magnetice exact egale și ele să fie montate exact paralel : de aceea, va rezulta totdeauna un unic moment magnetic al dipolului care este influențat de cîmpurile perturbatoare. Pentru ecranări gradul ecranării (factorul ecranului) S este definit prin raportul unui cîmp perturbator exterior H_a către cîmpul H_i, paralel cu H_i, ce străbate și în interiorul blindajului. S depinde de forma și grosimea blindajului și de permeabilitatea relativă μ a materialului din care este construit. Pentru μ se poate introduce în general permeabilitatea inițială, întrucît cîmpurile ce trebuie ecranate sînt mici față de intensitatea cîmpului de saturație a materialului corespunzător. Este foarte dificil să se antecalculeze eficacitatea unui ecran de o formă oarecare, deoarece H_i nu este omogen. Pentru diferite corpuri regulate există formule indicate la sfîrșitul articolului.

A.S.

CZ 621.365.5.029.42

Încălzirea inductivă pentru destinderea (anularea tensiunilor mecanice) datorită sudurii. [După *F. Alf* : Elektrotechn. Z.—B. (1957) 6].

Sudarea unor piese tot mai mari (tuburi, cazane) care nu mai permit introducerea lor în cuptoare de încălzit în scopul înlăturării tensiunilor provocate de sudură, a făcut necesară încălzirea parțială a acestor piese. Repartizarea temperaturii în vecinătatea secțiunii sudate, variația cu timpul a acestei temperaturi (mai ales la materialele care sînt supuse efectului călirii) etc. pun acestui tratament termic condiții complicate, pe care le satisface încălzirea prin inducție.

Dacă vrem să încălzim, de exemplu, cusătura circulară sudată a unui tub sau a unui rezervor, se înfășoară această cusătură cu mai multe spire de cablu izolat în exterior cu azbest. Îmbinarea sudată este acoperită de asemenea în interior și exterior cu azbest.

Cablul formează înfășurarea primară iar tubul sudat — spira secundară (scurtcircuitată) a unui transformator. Această spiră (piesa de sudat) se încălzește cînd punem sub tensiune cablul.

O formulă empirică cum și două diagrame indică puterea electrică (kW) necesară încălzirii țevilor și tuburilor de diferite diametre și diferite grosimi ai pereților. Pentru cazurile normale se cer 50—100 kW.

S-a constatat că în special la diametre mai mici ale tuburilor de sudat — este preferabil să se lucreze cu frecvențe medii (2—10 kHz) deoarece pe de o parte nu se pot obține pe șantiere racorduri monofazate de 70—120 kVA de la rețelele locale iar pe de altă parte necesarul de cupru pentru cablul înfășurării primare este de 10—15 ori mai mic la 2 kHz decît la 50 Hz. În consecință s-au construit aparate speciale pe roți, care conțin elementele de transformare a frecvenței, instrumentele și aparatajul de reglaj al temperaturii, care se măsoară cu termoelemente.

G.C.

Recenzii

CZ 621.317.32.027.3/7

PAASCHE P. : **Hochspannungs—Messungen [Măsurători de înaltă tensiune]** ; *Verlag Technik Berlin* 1957 140 p. 92 fig. 3 tabele, 82 referinţe, format A 5.

Instalaţiile laboratoarelor de înaltă şi foarte înaltă tensiune stau în fruntea interesului, avînd în vedere dezvoltarea continuă a transmisiei de mari energii la distanţe mari şi interconexiunea reţelelor regionale, naţionale şi continentale.

Autorul este nu numai un bun cunoscător al metodelor şi aparatelor de măsură, dar mai mult, însăşi un cercetător, care a dezvoltat metode şi aparate noi în acest domeniu.

Împărţirea materialului în nouă capitole este foarte raţională subîmpărţirile făcîndu-se după mărimile care se măsoară. După o scurtă, dar foarte interesantă introducere se enumeră şi se discută aparatele pentru măsurarea tensiunilor continue şi a valorii efective a tensiunilor alternative : potenţiometre, electrometre (Abraham, Villard, Laporte, Rogowski, Paasche), neecranate şi ecranate. Se arată amănuntele principiale şi constructive care sînt comune şi care diferenţiază diferitele forme şi tipuri. Capitolul se încheie cu o prezentare scurtă a măsurătorilor absolute ale tensiunii.

Urmează aparatele pentru măsura valorii efective a tensiunilor alternative : potenţiometrul capacitiv care a ajuns la o înaltă perfecţiune şi largă reaprindere cît şi transformatorul reductor de tensiune, care s-a perfecţionat, dar devine oneros la foarte înalte tensiuni.

Capitolul patru, foarte scurt, se referă la instrumentul cel mai cunoscut, dar nu şi cel mai exact al măsurării tensiunilor înalte de tot felul : eclatorul cu sfere. Al cincilea capitol se referă la voltmetrele rotative bazate pe principiul generatorului şi care provoacă variaţii periodice ale capacităţii între doi electrozi, curentul de deplasare măsurîndu-se ca un instrument corespunzător.

Urmează dispozitive pentru măsurarea amplitudinii şi a valorilor instantanee a tensiunilor alternative bazate pe principiul condensatorului. OscilografuI catodic şi potenţiometrele sale de diferite feluri se prezintă separat. Din punct de vedere teoretic se arată rolul funcţiei treaptă, integralei Duhamel, calculului repartizării tensiunii pe un potenţiometru RC şi se dau indicaţii pentru alegerea justă a valorii rezistenţelor parţiale. Urmează detalii constructive pentru potenţiometrele ohmice şi capacitive.

Un ultim capitol se ocupă cu măsurarea valorilor caracteristice ale unei unde de impuls utilizînd aparate de măsură de joasă tensiune.

O serie de tabele foarte utile şi o bibliografie foarte completă încheie lucrarea.

Autorul a înţeles şi a redat just rolul important pe care laboratoarele de cercetări şi de dezvoltări industriale le au în regimul socialist în care se înţelege să se sprijine cercetarea ştiinţifică din cauza repercursiunilor viitoare asupra economiei naţionale şi nu din interese particulare.

Cartea este scrisă cu competinţă şi rigurozitate, cu toate că este relativ scurtă. Autorul nu a reuşit să se dezbare de unele accente subiective în tratarea diferitelor metode de măsură electrostatice şi electromecanice, dar acest lucru nu apare decît cunoscătorilor materiei şi priveşte mai mult felul împărţirii şi prezentării materiei, decît aprecierile performanţelor altor autori.

Prezentarea tipografică este foarte îngrijită, litera relativ mică, figurile bune. O valoare mare trebuie atribuită listei de referinţe bibliografice care se poate considera completă în raport cu volumul cărţii.

În rezumat, cartea este foarte utilă. Avînd în vedere că în prezent laboratoarele de înaltă tensiune au luat şi în ţara noastră un apreciabil avînt, cartea se poate recomanda tuturor acelora care se ocupă cu măsurătorile de tensiuni înalte.

Dr. ing. **A. Avramescu**

CZ 621.316.727

BERGHER A. Ia. : **Metodi povişenia coefiţenta moşcinosti i sinhronnizaţii asinhronnih dvigatelei. [Metode de creştere a factorului de putere şi de sincronizare a motoarelor asincrone.]** *Ed. Energetică de Stat* (G.E.I.) *Moscova-Leningrad* (1956) 30 p., 14fig. (în limba rusă).

La redacţia revistei noastre s-a primit această broşură editată sub patronajul Asociaţiei tehnico-ştiinţifice pentru industria energetică, asociaţie similară cu A.S.I.T.-ul prin activitatea sa şi prin scopurile pe care le urmăreşte evident numai în direcţia energetică. Am găsit de cuvinţă că este necesară o scurtă prezentare a acestei broşuri avînd în vedere că problema este de foarte mare actualitate şi la noi în ţară. Scopul lucrării este o trecere în revistă a tuturor metodelor de creştere a factorului de putere, cu insistenţă deosebită asupra metodei de sincronizare a motoarelor asincrone. Astfel sînt expuse, pe scurt, următoarele metode de creştere a cos φ :

1) alegerea corectă a puterii motoarelor asincrone ;

2) utilizarea motoarelor asincrone în scurtcircuit în locul motoarelor asincrone cu rotorul bobinat ;

3) comutarea conexiunii bobinajului statoric al motoarelor asincrone din triunghi în stea la scăderea sarcinii sub 40 % ; secţionarea înfăşurării statorice ;

4) folosirea condensatoarelor ;

5) folosirea motoarelor sincrone şi a compensatoarelor ;

6) folosirea simultană a motoarelor asincrone împreună cu compensatoarele de fază ;

7) folosirea motoarelor asincrone compensate (motorul asincron şi compensatorul formează o singură maşină) ;

8) sincronizarea motoarelor asincrone.

Autorul acordă o atenţie deosebită acestei ultime metode de creştere a factorului de putere studiind problema atît din punct de vedere teoretic cît şi din punct de vedere tehnico-economic.

Concluziile la care ajunge sînt următoarele :

1. Creşterea cos φ nu este un scop în sine ci reprezintă un mijloc de creştere a economicităţii instalaţiilor electrotehnice.

2. Metodele principale de creştere a cos φ sînt : folosirea motoarelor sincrone funcţionînd capacitiv şi a condensatoarelor statice (în cazul motoarelor în scurtcircuit). Sincronizarea motoarelor asincrone este admisibilă numai în raioanele cu deficit de putere reactivă şi numai în cazul cînd nu există alte mijloace de compensare mai economice.

3. Sincronizarea motoarelor asincrone cu inele, existente, are rost numai în cazul cînd prin însăşi esenţa procesului tehnologic aceste motoare nu lucrează la plină sarcină şi numai în cazul cînd această scădere a puterii cerute este sub 80 % din puterea nominală.

4. Curentul continuu necesar sincronizării poate fi obţinut de la o excitatrice situată pe arborele motorului sau de la redresoare cu seleniu, ultima posibilitate fiind mai avantajoasă din punct de vedere tehnic dar mai costisitoare.

5. În cazurile în care motorul este supus la şocuri şi suprasarcini frecvente sincronizarea sa nu este recomandabilă.

6. Complicarea schemei de comandă a sincronizării motorului asincron micşorează siguranţa de funcţionare a instalaţiei.

7. Comisia de expertiză din 1950 sub conducerea academicienilor G. M. Crijanovski şi V. S. Culebachin a recomandat sincronizarea motoarelor asincrone (după schema D.A.G.) pentru cazul cînd alimentarea se face cel puţin prin trei transformări şi cu condiţia ca echivalentul economic al puterii reactive la locul de montaj al motorului să nu fie mai mic de 0,07.

Lucrarea este de nivel mediu şi se adresează energeticienilor.

A.Ţ.

Cronică

Din activitatea Comitetului Electrotehnic Romîn C.E.R. pe semestrul al II-lea al anului 1957

CZ 621.3:061 C.E.R

Activitatea CER marchează un progres sensibil în al doilea semestru de funcţionare a sa.

Pe tărîmul conferinţelor internaţionale CER a participat activ la două reuniuni ale Comisiei Electrotehnice Internaţionale (CEI).

1. La *reuniunea generală anuală de la Moscova*, din 1—14 iulie 1957, la care au lucrat peste 450 delegaţi, în 15 comitete şi subcomitete tehnice, cum şi Comitetul de acţiune. Delegaţia CER a fost compusă din prof. dr. ing. *N. Boţan*, lector *Gleb Drăgan*, ing. *E. Geleş*, conf. ing. *Gh. Hortopan*, prof. ing. *I. Miletineanu*, conf. ing. *Gh. Lazaride*, ing. *N. Nicolae*, prof. ing. *Al. Nicolau*, prof. ing. *Al. Popescu*, conf. ing. *Roman Stere* şi prof. dr. ing. *T. Tănăsescu*, membru corespondent al Academiei R.P.R. Prof. ing. *I. Miletineanu*, vicepreşedinte al CER a avut responsabilitatea întregii delegaţii. Pe lîngă interesele CER delegaţii menţionaţi au reprezentat şi pe acelea ale instituţiilor din care fac parte, şi anume: Academia R.P.R., Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor, Ministerul Industriei Grele, Ministerul Învăţămîntului şi Oficiul de Stat pentru Standarde. Activitatea şi rezultatele reuniunii şi rolul delegaţilor romîni reiese din raportul care a fost publicat în revista „Standardizarea" (1957) 9 şi 10.

2. La *reuniunea de la Zurich* din 30 septembrie — 12 octombrie 1957, la care au lucrat 230 de delegaţi în trei comitete tehnice cu şase subcomitete şi şase grupe de lucru. Delegaţia CER a fost compusă din prof. dr. ing. *R. Răduleţ*, membru corespondent al Academiei R.P.R. şi preşedintele CER, prof. inf. *I. Miletineanu*, directorul Oficiului de Stat pentru Standarde şi vicepreşedinte al CER şi prof. dr. ing. *A. Bărglăzan*.

În privinţa avizelor şi a voturilor exprimate se relevă:

Subgrupa SC 2 B — Dimensiunile motoarelor din grupa de lucru Maşini electrice a colectivului de lucru CL4 — Maşini electrice, transformatoare şi mutatoare — a răspuns la patru documente trimise de CEI, şi anume: 2 B (Secretariat) 23, 2 B (Secretariat) 21, 2 B (Secretariat) 19 şi 2 B (U.R.S.S.) 3.

Grupa TC 10 — Uleiuri izolante — din colectivul CL6 — Materiale electrotehnice — a trimis Subcomitetului permanent 10 (SCP) ca răspuns la propunerea de lucru, un angajament de colaborare, conţinînd şi programul de lucru.

Grupa TC 28 — Coordonarea izolaţiei — din Colectivul CL 12 — Protecţie — şi-a dat avizul motivat, asupra „oportunităţii de a specifica o gamă de nivelul de rezistenţă la impuls în cazul tensiunilor foarte înalte".

Grupa TC 29 — Electroacustică — din Colectivul CL 10 — Radiocomunicaţii — a făcut propuneri detaliate şi foarte interesante pentru modificări de adus proiectului de recomandare privitor la „etalonarea difuzoarelor".

La acestea se adaugă voturile exprimate pentru diferite chestiuni şi însoţite, uneori, de observaţii interesante — deşi fără a condiţiona votul afirmativ, ca de exemplu în răspunsul dat de grupa TC 16 — Marcarea bornelor — din Colectivul CL 1 — Terminologie şi simboluri — de acord cu grupa TC 14 — Transformatoare de putere — din Colectivul CL 4 — Maşini electrice, transformatoare şi mutatoare — în chestiunea „marcării bornelor exterioare ale transformatoarelor de puteri. Deşi de abia se împlineşte un an de cînd am reluat colaborarea cu CEI, efectele acestei colaborări asupra standardizării în domeniul electricităţii sînt apreciabile, mulţumită colaborării dintre colectivele de lucru ale CER şi serviciul de electricitate din O.S.S. Cîteva exemple vor lămuri această afirmaţie.

1. Revizuirea STAS 1703—50 „Transformatoare trifazate în ulei pînă la 1 800 kVA şi 35 kV. Condiţii tehnice" a fost respinsă la aprobare pentru că nu corespundea recomandaţiei CEI nr. 76 şi a fost introdusă în planul de standardizare pe anul 1958 (tot în redactarea I).

2. Pentru acelaşi motiv a fost reintrodusă în plan revizuirea STAS 3035—52 „Transformatoare trifazate în ulei. Metode de încercare".

3. S-a introdus în plan întocmirea unui proiect de standard „Metode de încercare a izolatoarelor de trecere" ca urmare a hotărîrii Reuniunii CEI de la Moscova de a cere aprobare, conform regulii „celor două luni a amendamentelor propuse la documentul CEI 36—1 (Bureau Central) 2 „Proiect de reguli internaţionale pentru izolatoare de trecere pentru curent alternativ cu tensiuni de peste 1 000 V". Acest proiect va fi probabil adoptat în 1958 şi publicat.

În mod general, la sugestia Colectivelor de lucru CER, se procedează treptat la revizuirea standardelor din domeniul electrotehnic, ori de cîte ori se constată vreo deosebire mai importantă între acestea şi recomandaţiile CEI. Problema se ia în studiu chiar înainte de aprobarea definitivă, pentru a avea posibilitatea de a aplica, fără pierdere de timp, recomandaţiile CEI noi sau revizuite.

O dovadă a consideraţiei deosebite care ni se acordă în sînul CEI este faptul că preşedintele Comitetului tehnic nr. 2 „Maşini electrice", care funcţionează pe lîngă Institutul de standardizare britanic ne-a cerut să numim un delegat în Grupul de lucru restrîns, care se va ocupa de chestiunea formei de undă. La propunerea tov. prof. dr. ing. *R. Răduleţ*, Biroul CEPCE a aprobat deja această numire în persoana tovarăşului acad. prof. ing. *C. Budeanu*, în şedinţa din 28.11.1957.

Informaţiile cu privire la *conferinţele CEI din 1958* sînt, pentru moment reduse. Se ştie că Reuniunea Generală Anuală se va ţine la Stockholm în zilele de 8—18 iulie 1958 şi s-au fixat ce anume comitete tehnice vor lucra acolo. Afară de aceasta sînt anunţate două reuniuni care vor avea loc la Paris de la 24.3 — 1.4.1958 şi anume: TC 12 — Radiocomunicaţii — cu subcomitetele 12—1 şi 12—6 şi TC 33—Condensatoare de putere.

Pe lîngă chestiunile tehnice, CER mai are de răspuns şi la unele de organizare. În primul rînd, se cere pînă la 29 aprilie 1958 exprimarea votului în privinţa admiterii în CEI a Republicii Populare Bulgare, prin Comisia Electrotehnică a Comitetului Superior de Standardizare.

De asemenea, se cer propuneri de candidaţi pentru: *a*) alegerea noului preşedinte al CEI, *b*) alegerea sau realegerea casierului şi *c*) alegerea a trei noi membri în Comitetul de Acţiune (CA) în locul Angliei, Belgiei şi Italiei, al căror mandat expiră în 1958. Membrii rămaşi mai departe în CA sînt India, Olanda şi Norvegia pînă în 1961 şi Canada, Franţa şi Germania pînă în 1964. Toate aceste propuneri au trebuit să fie trimise la Biroul Central CEI înainte de 25 ianuarie 1958.

E.G.

De la Comitetul Național Romîn al CIGRE

Conferința Internațională a Marilor Rețele Electrice, organizația tehnico-științifică bine cunoscută sub inițialele ei C.I.G.R.E., urmează să-și țină viitoarea sesiune, care va fi cea de-a XVII-a, între 4 și 14 iunie 1958, la Paris în localul Fundației Berthelot din str. St. Dominique nr. 28 bis.

În cursul acestei sesiuni, la care se prezintă 130 rapoarte, vor fi dezbătute problemele tratate de C.I.G.R.E. pe plan tehnico-științific internațional, și anume cele privind producerea, transportul și distribuția energiei electrice la înaltă tensiune.

Capitolele principale în care se grupează rapoartele se refera la generatoare, transformatoare, întreruptoare, cabluri subterane, condensatoare de forță, materiale electroizolante, stații și posturi de transformare.

In ceea ce privește exploatarea rețelelor vor fi examinate în special problemele privind stabilitatea sistemelor electroenergetice, supratensiunile și protecția contra acestora, reglarea sarcinii și a frecvenței, precum și chestiunile speciale ridicate de liniile de transport la tensiuni foarte înalte (peste 220.000 Volți).

Vor fi de asemenea studiate probleme din domeniul telecomunicațiilor prin curenți purtători de înaltă frecvență, perturbațiile aduse de liniile de energie asupra comunicațiilor telefonice și radiofonice, coordonarea izolației și fenomenele reactive și deformante.

Țara noastră participă cu 4 rapoarte la cea de-a XVII-a sesiune a C.I.G.R.E., și anume:

— Acad. prof. ing. C. I. Budeanu prezintă *Raportul asupra lucrarilor Comitetului Internațional de Studii* nr. 16 al C.I.G.R.E. *pentru studiul fenomenelor reactive și deformante.*

— Prof. dr. ing. I. S. Antoniu prezintă raportul *„Influența regimului deformant asupra măsurării puterii și energiei active"* (în cadrul lucrarilor Comitetului Internațional de Studii nr. 16).

— Prof. ing. C. I. Penescu prezintă raportul *„Considerații asupra cuplării în paralel a alternatoarelor prin metoda autosincronizării".*

— Ing. P. Dimo prezintă raportul *„Analizor grafic bazat pe utilizarea curenților de scurtcircuit pentru studiul rețelelor de înaltă tensiune".*

Printre rapoartele prezentate de specialiști din alte țări se pot cita:

— E. Mean (Belgia): *„Considerații asupra structurii rețelelor de înaltă tensiune suprapuse pentru alimentarea unei regiuni".*

— V. E. Ogorodnikov și I. W. Simpson (Canada): *„Transformarea unei linii de* 115 kV *într-o linie de* 250 kV *și funcționarea ei ulterioară".*

— W. Frey și Noser (Elveția): *„Progrese recente în domeniul excitației și reglării mașinilor sincrone".*

— A. Valentin, M. Dureault și P. Lettrilliart (Franța): *„Dezvoltarea unor procedee moderne pentru răcirea alternatoarelor".*

— I. Sallard, E. Baudier, A. Dejou, M. Mery și M. Verneau (Franța): *„Instalații de comandă și control din elemente prefabricate".*

— E. Baudier și A. Dejou (Franța): *„Alimentarea directă a stațiilor de distribuție direct de la rețele de foarte înaltă tensiune".*

— H. Străb și H. Maylandt (Germania): *„Stadiul actual al tehnicii condensatoarelor de defuzare".*

— A. Lang (Germania): *„Un nou comutator de priză sub sarcină pentru transformatoare bazat pe principiul bobinelor premagnetizate".*

— A. Asta (Italia): *„Cablu submarin între Iugoslavia și Italia pentru transport de energie electrică în curent continuu de înaltă tensiune".*

— V. Easton, F. J. Fisher și E. Friedländer (Marea Britanie): *„Incercări ale alternatoarelor de 100 MVA cu transductoare".*

— W. N. Kilner (Marea Britanie): *„Rezultate experimentale privind condițiile de funcționare ale turboalternatoarelor la răcire prin circulație de apă în contact direct cu cuprul înfășurării statorice".*

— Hsa-Mao-Ciun și Ciu-Dan-Hau (Rep. Pop. Chineză): *„Construcții de stații în R. P. Chineză".*

— Tsao-Yen și Ting-Ciu-Ying (Rep. Pop. Chineză): *„Cadre prefabricate din beton armat pentru stații de tip exterior".*

— I. H. Kinghorn, H. C. Barnes și A. Hauspurg (S.U.A.): *„Experiența de exploatare pe 23 ani a întreruptoarelor cu reanclanșare automată rapidă în rețeaua American Gas and Electric Service Corp".*

— I. B. Johnson (S.U.A.): *„Supratensiuni de comutație și funcționarea descărcătoarelor în rețele de înaltă tensiune".*

— W. F. Tinney și R. J. Brown (S.U.A.): *„Intrebuințarea calculatorilor aritmetici la analiza rețelelor electrice".*

— R. Lundholm (Suedia): *„Protecția liniilor aeriene contra descărcărilor atmosferice în funcție de proiectul stîlpului și de punerea la pămînt a stîlpilor".*

— A. Bergman (Suedia): *„Telecomanda stațiilor și posturilor de transformare".*

— K. P. Kovacs și F. Csaky (Ungaria): *„Mersul în asincron al turbogeneratoarelor".*

— A. A. Akopian, V. V. Burgsdorf, I. V. Butchevici, A. K. Gertzik, S. S. Rocotian și S. A. Sovalov (U.R.S.S.): *„Dezvoltarea rețelelor de* 400—500 kV".

— N. B. Bogdanova, A. K. Gertzik, N. P. Emelianov, A. I. Kolpakova, I. M. Marcovici, V. I. Popkov, S. A. Sovalov și G. A. Slavin (U.R.S.S.): *„Rezultatele cercetărilor întreprinse în U.R.S.S. asupra liniilor de transport de energie la mare distanță sub* 600 kV".

— V. V. Burgsdorf (U.R.S.S.): *„Protecția contra trăsnetului în liniile aeriene. Experiența practică în U.R.S.S.".*

— D. I. Azariev, V. A. Venikov, L. G. Mamikonianț și I. A. Sîromiatnicov (U.R.S.S.): *„Sporirea securității în funcționare a rețelelor și liniilor de transport la mare distanță".*

— N. M. Cernîșev (U.R.S.S.): *„Circuite artificiale pentru încercarea puterii de rupere a întreruptoarelor".*

— S. S. Gorodețki (U.R.S.S.): *„Cabluri de curent continuu la* 220—400 kV".

— P. Anciaux și A. Dejou (Franța), Neumann și Bruetzel (Germania): *„Mersul în paralel cu reglare automată a rețelelor franceze și germane".*

— U.C.P.T.E.: *„Incercări efectuate pentru a determina energia reglantă și statismul ansamblului rețelelor interconectate în Europa Occidentală".*

*

La sesiunea precedentă ce a avut loc în 1956 au participat 1810 ingineri veniți din 50 țări din toate continentele. Este de așteptat ca și sesiunea din acest an să realizeze o participare numeroasă și să dea loc la discuțiile interesante ce arată la fiecare doi ani care sînt tendințele tehnice ce se degajă ca avînd un caracter de generalitate

*

Pentru informații suplimentare ce urmează să sosească treptat la Comitetul Național Romîn al C.I.G.R.E. cu privire la desfășurarea sesiunii a XVII-a, cititorii revistei se pot adresa la *A.S.I.T. Calea Victoriei nr. 120* (tel. 3.48.00) sau *secretarului Comitetului,* Conf. ing. Călin Mihăileanu (tel. 3.71.03).

Conf. ing. C. **Mihăileanu**

KÖNYVTÁR·ORSZÁGOS·MÚZEUM 1833

SOMMAIRE

La séance du Conseil Central de l'Association Scientifique des Ingénieurs et des Techniciens, ASIT du 16 février 1958

CD 621.314.2.018.3

Corlăţeanu V. et *Serban Gh.* :

Les armonique de 5-ième et 7-ième ordre dans les transformateurs triphasés et les méthodes d'affaiblissement de ces armoniques

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 77

On présente les conditions d'apparition de la 5-ième et de la 7-ième armonique dans le courant magnétisant des transformateurs triphasés et on analyse théoriquement les possibilités d'affaiblis ement. On fait un exposé succint des moyens pratiques utilisés à cette fin et on présente des oscillogrames des effets obtenus. On fait des recommandations sur la méthode d'affaiblissement à employer.

CD 621.314.222.045.5

Grosu St., Cigusievici M., Stanciu V. et *Cojocaru I.* :

Un enroulement spécial pour les transformateurs de grande puissance et haute tension

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 82

On décrit un enroulement haute tension, de construction originelle utilisé pour la construction des transformateurs de 10 MVA 110 kV a trois enroulements et à réglage en charge. L'enroulement décrit comprend un enroulement principal continu et un enroulement spécial stratifié pour le réglage en charge, monté sur une extrémité du noyau.

CD 621.314.2.042.14

Mirzan E. et *Niţă N.* :

Considérations sur la technologie de traitement des noyaux magnétiques dans la construction des transformateurs

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 86

Après un exposé qualitatif sur l'amélioration des propriétés magnétiques par traitement thermique des tôles de transformateurs, on établit des relations quantitatives qui précisent les phénomènes étudiés. On présente un exemple de calcul et les résultats obtenus pour une série de transformateurs.

CD. 621.314.2.002

Grosu St., Cojocaru I. et *Togui D.* :

Nouveaux principes constructifs des transformateurs de petite puissance

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 89

On expose les principes constructifs utilisés dans la fabrication des transformateurs de petite puissance : la fixation directe du noyau sur le couvercle, réalisation d'un enroulement haute tension stratifié, bobinaje de cet enroulement sur le même gabarit que l'enroulement basse tension, réalisation d'un sous-ensemble commun commutateur-conservateur à huile.

CD 621.311 : 338.062.216 (438)

Corlăţeanu V. :

L'industrie et l'énergie électrique en R. P. Polonaise

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 93

L'article présente les aspects du dévéloppement de l'électrotechnique en Pologne recuillis à la suite de la visite d'une délégation du comité national CIGRE.

CD 621.314.222.077.7 : 621.318.423

Grosu St., Toma Gh., Cirstea D. :

Un réacteur spécial pour le réglage en charge des transformateurs monophasés cuirassés

Electrotehnica, **6** (1958) 3, 98

On décrit un réacteur qui utilise comme noyaux magnétiques les colonnes latérales du transformateur à régler.

NOTES 101,
DOCUMENTATION, 104,
COMPTES-RENDUS, 110,
CHRONIQUE, 111.

PRINCIPII GENERALE 621.3.01/.09

Wohlfahrt O. : 621.3.048 :519.2

Statistica ca instrument al tehnicianului pentru izolația de înaltă tensiune. Elektrotechn. u. Masch. — Bau **74** (1957) 10, 223—228 ; 12, 267—272.

Obenaus F. : 621.3.015.52

Incercările de exploatare, de laborator și pe modele asupra conturnării printr-un strat străin. Dtsch. Elektrotechnik, **11** (1957) 7, 288—289.

ALIMENTAREA CONSUMATORILOR 621.311.6/.8

Bucareva A. A. și *Wassermann A. L.* : 621.311.6

Circuite de alimentare pentru funcționarea cu mare frecvență de repetare a tuburilor foto-flash. Svetotehnica (1957) 5, 14—15.

MAȘINI ELECTRICE 621. 313

Kübler E. : 621.313.3

Determinarea componentelor simetrice în sisteme polifazate fără calcul complex. Elektrotechn. Z. — A, **78** (1957) 11, 378-380

Sturman G. I. : 621.313.3 : 621.398

Echivalența selsinelor indicatoare cu transformatoarele monofazate rotative. Electricestvo (1957) 4, 53—56.

Kucera J. : 621.313.32 : 621.3.012.11

Mașini hipersinerone și hiposinerone. Elektrotech. u. Masch. — Bau, **74** (1957) 11, 244—248.

Liwschitz—Garik M.M. : 621.313.32

Armonicele mașinii sincrone cu poli aparenți și efectul lor. II. Cupluri sincrone. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. III, **76** (1957). 275—281 = Pwr. Apparatus Syst. (1957) 30.

Ben Uri J. : 621.313.333.013.5

Scăpările diferențiale ale mașinilor electrice. Elektrotechn. u. Masch.—Bau, **74** (1957) 10, 217—223.

Weh H. : 621.313.3.042

Asupra calculării forțelor magnetomotoare în juguri foarte saturate ale mașinilor trifazate. Arch. Elektrotechn. **43** (1957) 2, 77—94.

TRANSFORMATOARE 621.314.1/.3

Piastolov A. A. : 621.314.2

Dependența curentului și tensiunii pentru uscare de puterea nominală a transformatorului. Elektr. Stanții (1957) 2, 69—71.

Kopecek J. : 621.314.2.012.8

Circuitul echivalent al transformatoarelor cu miez de fier. Electrotechn. Obzor, **46** (1957) 5, 215—220.

Parton J. E. : 621.314.2.045

Asimetria magnetizantă în transformatoarele trifazate cu miez. Electr. Energy, **1** (1957) 11, 330—336 ; 12, 377—384 ; 13, 416—422.

Rabinovici S. I. : 621.314.223

Autotransformatoare de înaltă tensiune pentru sisteme energetice. Electricestvo, (1957) 5, 6—12.

Heller B. și *Veverka A.* : 621.314.21.001.57 : 621.3.015.33.04

Teoria pe modele a fenomenelor de șoc în transformatoare. Elektrotechn. u. Masch.—Bau, **74** (1957) 11, 248—252.

TRANSMISIA ENERGIEI ELECTRICE 621.315

621.315.145.015.532

Voskresenski N.A., *Egorova L. V.* și *Filipov A. A.* :

Pierderi corona pe linii de 400 kV. Electr. Stanții, (1957) 4, 54—57.

Grudinski P. G. și *Priklovski E.N.* : 621.315.17

Standarde pentru densități economice de curent. Electricestvo, (1957) 3, 43—47.

CABLURI ELECTRICE 621.315.2/.3

Dörfel E. : 621.315.2

Situația tehnicii cablurilor în conformitate cu noile norme VDE. Dtsch. Elektrotechn. **11** (1957) 7, 313—316.

Pohler G. : 621.315.2.001.2

Situaţia tehnicii cablurilor şi perspectiva sa de dezvoltare în legătură cu noile materiale. Dtsch. Elektrotechn, **11** (1957) 9, 431—436.

Dörfel E. : 621.315.2.027.3

Probleme moderne ale tehnicii cablurilor de forţă. Dtsch. Elecktrotechn, **11** (1957), 433—438.

MATERIALE IZOLANTE. IZOLANŢI 621.315.61/.62

Weber K. H. şi *Kaufman R. B.* : 621.315.615.2

Evaluarea calibrelor pentru rigiditatea dielectrică a uleiului de transformator. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. III, **75** (1956) 1279—1286 = Pwr Apparatus Syst (1957) 28.

Rohlfs A. F. şi *Turner F. J.* : 621.315.615.2

Corelaţia între tensiunea de străpungere a spaţiilor mari de ulei şi calibrele de calitate a uleiului. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. III **75** (1956). 1439—1445 = Pwr Apparatus Syst (1957) 28.

Lewis T. J. : 621.315.615.9

Rigiditatea dielectrică a lichidelor siliconice. Proc. Instn. electr. Engrs. **104 B** (1957) 493—496.

Skipetrov V. V., Albişkaia D. N. : 621.315.61.

Izolaţia electrică în clima tropicală umedă. Electricestvo (1957) 7, 62—67.

Lobenstein G. : 621.315.615.2 : 536.2

Coeficientul de transmisie termică a uleiului de transformator în canalele de răcire ale bobinelor cilindrice înalte. Dtsch Elektrotechn, **11** (1957) 10, 481—484.

INSTALAŢII. APARATAJ 621.316.3/.5

Belonsov M. M. : 621.316.57

Viteza de restabilire a tensiunii la contactele întreruptoarelor în sisteme energetice mari. Electricestvo (1957) 4, p. 21—25.

Gusa V. şi *Tsigelka Ia* : 621.316.57

Procesele de strangulare a arcului în întreruptoare cu suflaj de aer. Electricestvo (1957) 5, 37—39.

Cihelka J. : 621.316.57.064.241

Mărirea capacităţii de întrerupere a întreruptoarelor cu aer comprimat prin separarea sincronă a contactelor. Dtsch. Elektrotechn **11** (1957) 7, 318—320.

Slamecka E. : 621.316.542.001.4 : 621.3.064.078

Comanda cu program a desfăşurării încercării întreruptoarelor de putere. Elektrotechn. u. Masch.—Bau **74** (1957) 9, 193—198; 10. 229—230.

PROTECŢIE 621.316.9

Kaşpar F. : 621.316.925.44 : 621.3.014,36

Rezistenţa rezistoarelor de protecţie termică contra scurt-circuitelor. Elektrotechn. Obzor **46** (1957) 10, 517—521.

MĂSURI 621.317

Mastrantonio E. : 621.317.32 : 621.375.1

Note asupra utilizării redresoarelor în măsurarea curenţilor alternativi. Energia elettr. **34** (1957) 3, 267—276.

Kozirev N. A. : 621.317.333.6 : 621.313

Rezistenţa la impuls a izolaţiei principale a maşinilor de înaltă tensiune. Electricestvo (1957) 4, 73—75.

Alekseev B. A., Kalakovski V. B. : 621.317.333.6 : 621.313

Încercarea la impuls a izolaţiei între spire a maşinilor de înaltă tensiune. Electricestvo (1957) 4, 75—79.

Rákos M. : 621.317.43

Mărirea preciziei unei măsurări a pierderilor specifice în fier Elektrotechn. Obzor **46** (1957) 10, 532—537.

Husa V. şi *Cihelka J.* (Praga) : 621.317.326 : 621.316.542.08

O nouă metodă de măsurare a curenţilor posteriori la întreruptoarele de înaltă şi foarte înaltă tensiune. Elektrotechn. u. Masch.—Bau **74** (1957) 8, 172—175.

Wichmann A. : 621.317.333.6.088.6 : 621.313.045

Folosirea măsurătorilor de izolaţie cu curent continuu la maşinile electrice. Elektrotechn. u. Masch.—Bau, **74** (1957) 8, 169—172.

CĂRŢI NOI

L. A. Meerovici şi L. G. Zelinko

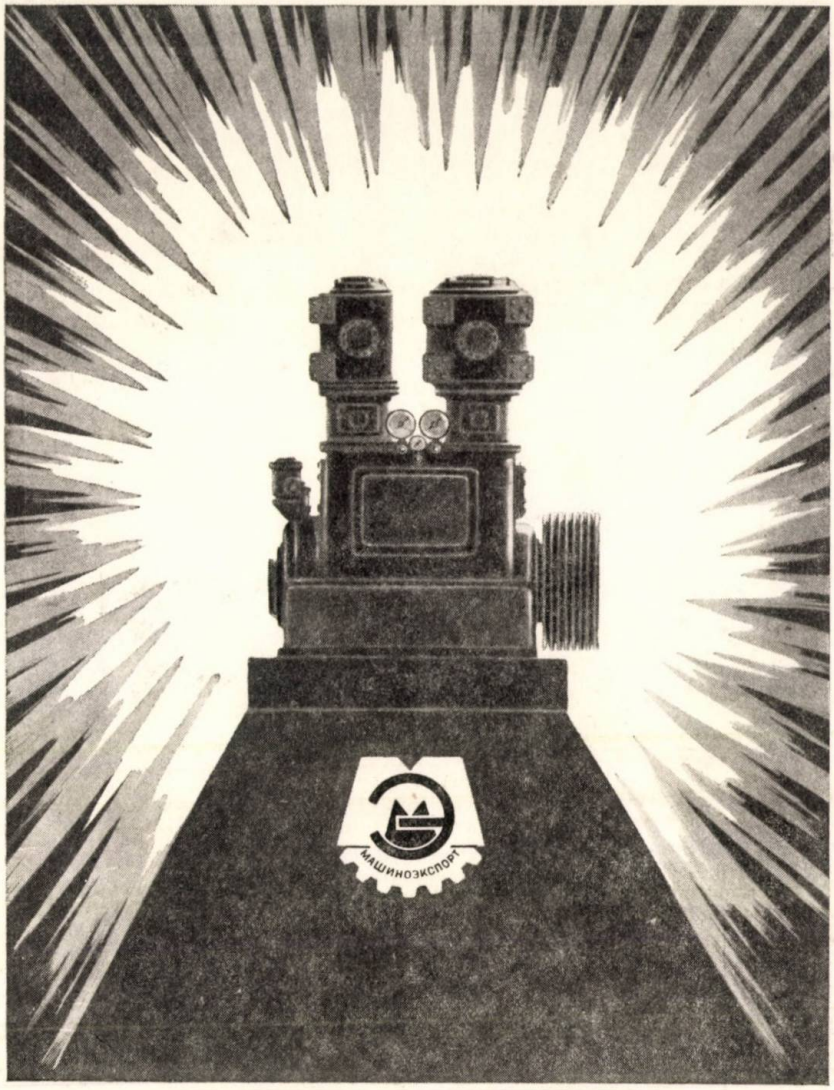
TEHNICA IMPULSURILOR
Traducere din limba rusă
Editura Tehnică — 1958

Cartea reprezintă o introducere în problemele privind teoria şi calculul elementelor tehnicii impulsurilor şi este destinată inginerilor care lucrează în domeniul tehnicii impulsurilor sau celor care au de a face în activitatea lor cu aplicaţiile metodelor tehnicii impulsurilor. Ea poate folosi de asemenea ca manual pentru studiul cursurilor respective la institutele de învăţămînt superior.

VSESOJUZNOJE

OBJEDINENIJE

MACHINOEXPORT



exportă:

compresoare
şi ventilatoare
compresoare:
de aer
de gaz
fixe
mobile
turbosuflante
suflante de gaz
ventilatoare
exhaustoare
pompe de fum

exports:

compressors and
fans
compressors:
air compressors
gas compressors
stationary compressors
portable compressors
turbo air blowers
gas blowers
fans
exhausters
induced draught fans

În toate problemele de achiziţionare a utilajului vă rugăm să vă adresaţi pe adresa:

Please address all enquiries in connection with purchasing equipment to:

V/O MACHINOEXPORT

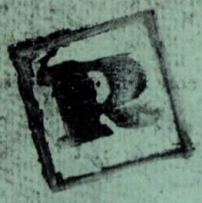
Smolenskaya–Sennaya Ploschad 32/34

MOSCOVA, G–200
Adresa telegrafică: Maşinoexport Moscova

MOSCOW, G–200
Cable address: Machinoexport Moscow

LEI 6

E 2040



KATI

Institut de documentare tehnică
BUCUREȘTI
ОБМЕН - CHÈRE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

REFERATIA

ELECTROTEHNICA

4

Electrotehnica – București

Anul 6 ★ nr. 4 ★ aprilie 1958

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, p of. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru coresponden' al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, conf. ing. D. DAMSKER, laureat, al premiului de Stat, conf. ing. ST. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R. laureat al Premiului de Stat.

Către cititorii noștri

Urmărind îmbunătățirea continuă a conținutului și a formei revistei noastre, Comitetul de redacție a luat numeroase măsuri, al căror scop este de a face revista mai utilă, mai documentată și mai atrăgătoare masei cititorilor. Unele din aceste măsuri necesită explicații și o îndrumare pentru a asigura o întrebuințare rațională a revistei. Unele explicații se dau mai jos, iar pentru informații de detaliu rugăm pe cititorii noștri să se adreseze direct redacției revistei noastre.

Revista are următoarele părți: partea de fond, partea documentară și inseratele.

1. Partea de fond *conține: articole, note discuții, referate, recenzii, norme și standarde și cronica. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică și o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detașeze și să se lege formînd colecția revistei.*

1.1. Articole. *Articole de fond privind luări de poziții, comentarii față de evenimente politice, economice și tehnice de importanță mare.*

Articolele tehnico-științifice, tehnico-economice sau tehnologice (4—6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză, se publică în condițiile comunicate autorilor pe prima contrapagină a numerelor revistei din anul 1957. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacțională destinată a situa articolul în tematica revistei și în problematica actuală a domeniului, cu subliniereа importanței sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a ușura regăsirea unui articol într-o colecție de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care împreună cu fișele documentare ale sumarelor în limba română și în patru limbi străine permit identificarea obiectului articolelor și pentru cititorii străini care nu cunosc limba română.

În același timp sumarele pe fișe (v. mai jos) și tablele de materii anuale, pe 5 ani etc. dau posibilitatea regăsirii ușoare a unui articol în colecție.

1.2. Notele *sînt expuneri mai scurte și de o importanță mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal și se introduc în sumarele anuale.*

1.3. Discuții *asupra unor lucrări sau articole apărute constînd dintr-o luare de poziție și un răspuns se admit fără ca Redacția să ia un angajament sau responsabilitate în ce privește părerile exprimate. Discuțiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori și cititori.*

1.4. Referatele *sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din țară și din străinătate care se consideră de către redacție a fi interesante și utile cititorilor. Indicația bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele și referințe bibliografice).*

1.5. Recenzii *sînt prezentări mai ample și critice ale unor lucrări de anvergură, cărți monografii, dizertații. Recenzorii se aleg de către redacție printre persoanele competente în domeniul respectiv și care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă și să permită îmbunătățiri la o nouă ediție.*

1.6. Norme și standarde *este o rubrică de prezentare a ultimilor știri privind redactarea și apariția de norme și standarde electrotehnice în țară și străinătate (norme internaționale).*

1.7. Cronica *servește la anunțarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii: congrese, conferințe, aniversări, comemorări etc.*

2. Partea documentară *a revistei este mult amplificată față de trecut avînd în vedere nevoia acută de a promova și îmbunătăți documentația tehnico-științifică în masa inginerilor și tehnicienilor electricieni.*

2.1. Sumarele *sînt redactate în cinci limbi sub formă de fișe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificație zecimală și referințe bibliografice normale (denumirea și numărul revistei se repetă pe fiecare fișă). Dispuse pe fanioane care se detașează la scoaterea broșelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate și ordonate în fișiere bibliografice individuale, ca și:*

2.2. Titlurile *unor articole recente din periodice din țară și străinătate, care pot să prezinte interes pentru inginerii sau tehnicienii noștri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4.).*

3. Inseratele sînt:

3.1. Anunțuri *de evenimente și apeluri către cititori sau autori.*

3.2. Reclame *și prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi electrotehnice din țară și străinătate.*

Condițiile pentru inserarea de anunțuri și reclame se comunică de către redacție celor interesați.

Redacția speră a fi acționat în interesul cititorilor luînd aceste măsuri și își propune ca obiectiv și în viitor să facă revista cît mai utilă, mai interesantă și cît mai vie.

Revista „Electrotehnica", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele Editor: Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. Redacția: București, Str. Ion Ghica nr. 3, telefon 3 57 28 — 3 07 30. Administrația și Casieria: București, Cal. Victoriei, 118, telefon 4 06 24. Redacția își rezervă toate drepturile privind lucrările precum și materialul grafic ilustrativ apărut în revistă cît și cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual: pentru întreprinderi lei 96, individual lei 30. Prețul unui exemplar: lei 5. Abonamentele se primesc la sediul administrației sau redacției sus indicate. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 3. București.

ELECTROTEHNICA

Anul 6 Nr. 4 aprilie 1958

SUMAR

CZ 631.384.612 (S)

Nahman M. și *Oncescu M.*:

Sincrofazotronul de 10 BeV de la Dubna

Electrotehnica **6** (1958) 4, 113

Se prezintă, pe scurt, principiile care stau la baza funcționării acceleratoarelor de particule. Se descrie principial sincrofazotronul de 10 BeV de la Dubna.

CZ 621.3 :538.3

Timotin Al.:

Generalizarea teoremelor forțelor lagrangiene

Electrotehnica **6** (1958) 4, 119

Se dă o generalizare a teoremelor forțelor lagrangiene care permite utilizarea acestor teoreme în majoritatea cazurilor în care e necesară determinarea acțiunilor ponderomotoare ale cîmpului electromagnetic. În acest scop autorul folosește ecuațiile Maxwell-Hertz pentru electrodinamica corpurilor în mișcare. Rezultatele sînt ilustrate printr-un exemplu.

CZ 621.319.53 :621.316.729

Hortopan Gh.:

Dispozitiv pentru sincronizarea generatorului de impuls de tensiune cu osciloscraful catodic

Electrotehnica **6** (1958) 4, 126

Sînt descrise tipurile principale de dispozitive pentru amorsare prin comandă voită a generatoarelor de impuls. E prezentat un dispozitiv realizat de autor într-o variantă proprie. Se dau performanțele obținute cu acest dispozitiv.

CZ 621.313.3—8.029.5

Bunea V.:

Probleme practice la execuția unui generator de 8 000 Hz

Electrotehnica **6** (1958) 4, 130

Sînt expuse problemele practice a căror rezolvare a condus la fabricarea generatorului de 8 000 Hz și 100 kVA. Din acestea sînt mai importante folosirea tolei de 0,35 mm, centrarea perfectă a rotorului, așezarea regulată a dinților etc.

NOTE

CZ 621.316.57

Vasilescu Anghel:

Intreruptoare rapide și întreruptoare normale

Electrotehnica **6** (1958) 4, 135

CZ 621.313.333.2 :621.317.6.

Sora I.:

Contribuții privind etalonarea oscilogramelor la ridicarea experimentală a caracteristicii cuplului la motoarele asincrone cu rotorul în scurtcircuit

Electrotehnica **6**(1958) 4, 138

REFERATE, 140

RECENZII, 145

CRONICĂ, 147

CONTENTS

DC 621.384:612 (S)

Nahman M. and *Oncescu M.*:

The 10 BeV proton synchrotrone from Dubna

Electrotehnica, **6** (1958) 4, 113

The principles standing on the basis of the operation of particles accelerators are briefly presented. The 10 BeV proton synchrotrone from Dubna is described in principle.

DC 621.3 :538.3

Timotin Al.:

Generalization of Lagrange's forces theorems

Electrotehnica **6** (1958) 4, 119

A generalization of Lagrange's forces theorems which permit the application of these theorems in most instances, wherein the determination of pondero-motive action of the electromagnetic field is necessary, is being presented. For this purpose the author utilizes the Maxwell-Hertz equations to the electrodynamics of bodies in motion. The results are illustrated by an example.

DC 61.319.53 :621.316.729

Horlopan Gh.:

A device for the synchronization of the voltage pulse generators by the cathode oscillograph

Electrotehnica **6** (1958) 4, 126

The main types of striking devices by willing control of pulse generators are described. A device performed by the author in an own variety is presented. The performances obtained with the help of this device are shown.

DC 621.313.3—8.029.5

Bunea V.:

Practical problems in the execution of a 8000 Hz generator

Electrotehnica **6** (1958) 4, 130

The practical problems the solution of which have led to the manufacture of the 8000 Hz and 100 kVA generators are exposed. The most important of these problems are the use of the 0,35 mm sheet plates, the perfect centration of the rotor, the regular arrangement of the teeth and so on.

NOTES

DC 621.316.57

Vasilescu Angh.

Rapid and normal switches

Electrotehnica **6** (1958) 4, 135

DC 621.313.333.2 :621.317.6

Sora I.:

Contributions on calibration of oscillograms in the experimental survey of the couple characteristic at asynchronous motors with rotor in short-circuit

Electrotehnica, **6** (1958) 4, 138

ABSTRACTS, 140
BOOK REVIEWS, 145
CHRONICLE, 147

СОДЕРЖАНИЕ

Д. К. 621.384.612 (S)

Nahman M. и *Oncescu M.*

Синхрофазотрон на 10 Бэв из Дубна.

Electrotehnica **6** (1958) 4, 113

Вкратце рассматриваются принципы действия ускорителей частиц. Описан синхрофазотрон на 10 Бэв из Дубна.

Д. К. 621.3 : 538.3

Timotin Al.

Обобщение теорем лагражевых сил,

Electrotehnica **6** (1958) 4, 119

Приводится обобщение теорем лагранжевых сил допускающее их применение для всех случаев расчета пондеромоторных действий электромагнитного поля. Автор использует уравнения Максвелля-Герца для электродинамики подвижных сред. Дан пример расчета.

Д. К. 621.319.53:621.316.729.

Hortopan Gh.

Устройство для синхронизации генератора импульсных высоковольтных напряжений с катодным осциллографом.

Electrotehnica **6** (1958) 4, 126

Описаны основные типы устройств для вольного управления срабатывания генераторов импульсных напряжений. Описан оригинальный вариант устройства, разработанный автором. Приведены полученные результаты.

Д. К. 621.313.3 — 8.029.5

Bunea V.

Практические задачи разработки генератора на 8000 Гц

Electrotehnica **6** (1958) 4, 130

Изложены практические вопросы, разрешение которых связано с разработкой генератора на 8000 Гц и 100 ква, в том числе применение листовой электротехнической стали 0,35 мм толщины, точная центровка ротора, правильное расположение пазов и т. д.

ЗАМЕТКИ,

Д. К. 621.316.57

Vasilescu Angh.:

Быстродействующие и нормальные выключатели.

Electrotehnica **6** (1958) 4, 135

Д. К. 621.313.333 : 621 317.6

Şora I.

Electrotehnica **6** (1958) 4, 138

Градуировка осциллограм полученных при экспериментальном определении характеристики момента асинхронных короткозамкнутых двигателей.

РЕФЕРАТЫ. 140

РЕЦЕНЗИИ. 145

ХРОНИКА, 147

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.384.612 (S)

Nahman M. u. *Oncescu M.*:

Der 10 BeV-Protonensynchroton aus Dubna

Electrotehnica, **6**(1958) 4, 113

Es werden kurz die Prinzipien dargelegt, welche die Grundlage der Funktionierung von Teilchenbeschleunigern bilden. Der 10 BeV-Protonensynchroton aus Dubna wird im Prinzip beschrieben,

---

DK 621.3 :538.3

Timotin Al.:

Die Verallgemeinerung der Lehrsätze von den Lagrange'schen Kräften

Electrotehnica **6** (1958) 4, 119

Es wird eine Verallgemeinerung der Lehrsätze von den Lagrange'schen Kräften angegeben, welche in den meisten Fällen anwendbar sind, in denen die Feststellung der ponderomotorischen Wirkungen des elektromagnetischen Feldes benötigt wird. Zu diesem Zwecke benutzt der Verfasser die Maxwell-Hertz'schen Gleichungen der Elektrodynamik bewegter Körper. Die Resultate werden durch ein Beispiel veranschaulicht.

DK 621.319.53 :.621.315.729.

Hortopan Gh.:

Eine Einrichtung zur Synchronisierung des Spannungsimpulsgenerators mit dem Kathodenoszillographen

Electrotehnica, **6** (1958) 4, 126

Es werden die Haupttypen von Einrichtungen beschrieben zur Zündung von Impulsgeneratoren mittels Steurung. Eine vom Verfasser verwirklichte Abart einer solchen Einrichtung wird dargestellt wobei die damit erzielten Resultate angegeben werden.

DK 621.313.3—8.029.5

Bunea V.:

Praktische Probleme beim Bau eines 8 000 Hz-Generators

Electrotehnica, **6** (1958) 4, 130

Es werden die praktischen Probleme dargelegt, deren Lösung zur Fabrikation des 8 000 Hz - 10 kVA - Generators führten. Die wichtigsten davon sind die Verwendung des 0,35 mm Bleches, die genaue Zentrierung des Rotors, die regelmässige Anordnung der Zähne u.s.w.

NOTEN

DK 621.316.57

Vasilescu Angh.:

Schnellschalter und Normalschalter

Electrotehnica, **6** (1958) 4, 135

DK 621.313.333.2 :621.317.6

Sora I.:

Beiträge zur Eichung der Oszillogramme für die Versuchsaufnahme der Drehmomentcharakteristik bei asynchronen Kurzschlussmotoren.

Electrotehnica **6** (1958) 4, 138

RUNDSCHAU, 140
BÜCHER, 145
NACHRICHTEN, 147

MŰSZAKI KÖNYVTÁR BUDAPEST 1833

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 6 nr. 4 București, aprilie 1958

Sincrofazotronul de 10 BeV de la Dubna

MANFRED NACHMAN și *MIRCEA ONCESCU* – București*)

Cunoașterea problemelor care frămîntă fizica modernă constituie o parte esențială din cultura generală tehnică a electricienilor. Pentru a veni în ajutorul informării cititorilor noștri publicăm articolul care urmează și așteptăm noi sugestii în legătură cu aceasta.

CZ 621.384.612(8)

Sincrofazotronul Institutului unificat de cercetări nucleare de la Dubna a intrat în funcțiune. Acest gigantic accelerator lucrează în laboratorul de fizică a energiilor mari al institutului. El furnizează protoni de zece miliarde electronvolți. Este greu de conceput atîta energie pe o singură particulă. Această energie reprezintă de 500 ori energia pe care o are un neutron liberat prin fisiunea uraniului (două milioane de electronvolți) sau de circa cinci ori energia celor două fragmente de fisiune.

Asemenea protoni energici se găsesc și în razele cosmice, cu deosebirea că acolo ei sînt relativ rari, pe cînd sincrofazotronul dă fascicule intense de protoni de zece miliarde electronvolți. Cu drept cuvînt putem spune că asemenea acceleratoare gigantice furnizează „raze cosmice la domiciliu". La asemenea energii protonii au viteze care se apropie din ce în ce mai mult de viteza luminii. Dar din teoria relativității restrînse rezultă că o dată cu viteza crește și masa particulei. Masa unui proton de zece miliarde electronvolți este de 20 de ori mai mare decît masa sa de repaus.

Care este principiul accelerării particulelor?

Acceleratoarele de particule accelerează numai particulele încărcate electric (de exemplu: electroni, protoni, particule alfa etc.), deoarece accelerarea se face cu ajutorul unui cîmp electric. Folosind diferite procese nucleare se pot obține cu ajutorul particulelor încărcate electric, accelerate și particule neutre (fotoni gama sau neutroni).

Începînd cu anul 1930 au fost realizate primele acceleratoare, de tipul cel mai simplu, așa-numitele acceleratoare directe [1].

La acestea, întreaga diferență de potențial care produce accelerarea particulelor este aplicată între doi sau mai mulți electrozi, astfel încît particulele încărcate electric străbătînd spațiul respectiv sînt accelerate direct de cîmpul dintre electrozi. Pentru obținerea unor particule din ce în ce mai energice este necesar ca tensiunea de accelerare să fie din ce în ce mai mare. Această tensiune a ajuns pînă la cîteva milioane de volți și în construcții cu totul speciale pînă la zece milioane de volți. Realizarea unor tensiuni atît de mari este însă dificilă iar izolarea electrică a electrozilor care le suportă întîmpină dificultăți tehnice foarte mari.

După cîțiva ani a apărut în fizică un principiu nou de accelerare a particulelor încărcate electric. Acest principiu a condus la realizarea așa-numitelor acceleratoare de rezonanță din care face parte și sincrofazotronul. Ideea care a dus la realizarea acestora este următoarea. Se poate accelera o particulă pînă la energii mari cu o diferență de potențial mai mică dacă obligăm particula să străbată de mai multe ori acea diferență de potențial, de fiecare dată în sensul în care cîmpul electric respectiv o accelerează. Acest lucru se poate realiza, în primul rînd, printr-un cîmp magnetic care menține particula pe o traiectorie circulară și, în al doilea rînd, printr-un cîmp electric alternativ care își schimbă astfel sensul încît particula îl străbate mereu în același sens.

Frecvența cîmpului electric accelerator trebuie să fie însă egală cu frecvența de rotație a particulei în cîmpul magnetic. Cînd cele două frecvențe sînt egale se zice că s-a realizat rezonanța, de unde numele acceleratoarelor în care se aplică acest principiu.

Primul tip de accelerator de rezonanță a fost ciclotronul. Cu acest accelerator s-au putut

*) *M. Nachman* și *M. Oncescu* sînt șefi de laborator la I.F.A.

obţine protoni, deuteroni sau particule alfa cu energii de zeci de milioane de electronvolţi.

Sincrofazotronul este şi el un accelerator de rezonanţă : particulei i se comunică accelerări mici, succesive, sincronizate cu mişcarea ei. Pentru a înţelege mai bine principiul de funcţionare a sincrofazotronului să vedem întîi cum sînt accelerate în ciclotron particulele încărcate electric, de exemplu protonii. Camera de accelerare a unui ciclotron este formată din două cutii metalice semicilindrice (cu înălţimea mică faţă de diametru) numite duanţi (fig. 1).

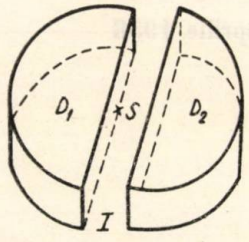


Fig. 1. Duanţii ciclotronului.

Între cei doi duanţi D_1 şi D_2 se aplică o tensiune de înaltă frecvenţă de ordinul a 100 kV care accelerează protonii atîta timp cît aceştia se găsesc în regiunea I dintre duanţi, numită interval de accelerare. Îndată ce protonii au pătruns într-un duant ei nu mai sînt supuşi acţiunii cîmpului electric, deoarece în interiorul duanţilor acesta este nul.

Duanţii sînt situaţi între polii unui electromagnet, astfel încît cîmpul magnetic creat de acesta H este perpendicular pe bazele semicilindrilor D_1 şi D_2 (fig. 2). Protonii care urmează să fie accelerati sînt emişi de sursa S (fig. 1 şi 2). Să presupunem că la un moment dat t, cîmpul electric $\vec{E}$ este dirijat de la D_2 spre D_1 (fig. 3) şi în acest caz, un proton emis de sursa S are o viteză $\vec{v}$ dirijată şi ea spre D_1 şi situată în

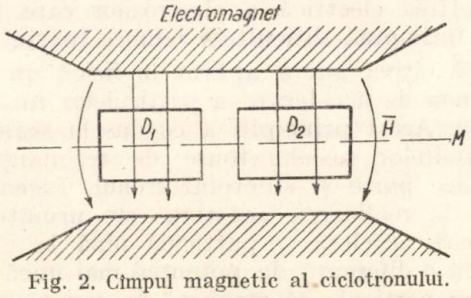


Fig. 2. Cîmpul magnetic al ciclotronului.

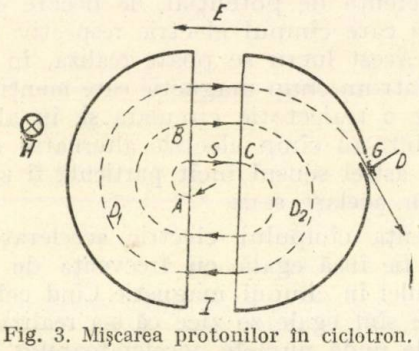


Fig. 3. Mişcarea protonilor în ciclotron.

planul median dintre polii electromagnetului M. Atîta timp cît se află în intervalul I, acest proton va fi supus unei forţe acceleratoare :

$$\vec{F} = e\vec{E} \tag{1}$$

unde e este sarcina protonului. Îndată ce a pătruns în D_1 (punctul A) protonul nu va mai fi sub acţiunea acestei forţe. Asupra protonului acţionează însă şi forţa magnetică $\vec{F}_m$ exercitată de cîmpul magnetic $\vec{H}$ ($\vec{H}$ este perpendicular pe planul fig. 3 şi dirijat de la noi spre planul figurii) :

$$\vec{F}_m = \frac{e}{c}\vec{v} \times \vec{H}^{*}) \tag{2}$$

unde c este viteza luminii în vid ($c \cong 3.10^{10}$ cm/s) şi $\vec{v}$ — viteza protonului. Protonul mişcîndu-se în planul median M, viteza lui va fi mereu perpendiculară pe H ; deci, direcţia forţei $\vec{F}_m$ va fi cuprinsă în planul median M. Această forţă va obliga protonul să descrie o traiectorie circulară, a cărei rază R se determină egalînd mărimea forţei magnetice cu cea a forţei centrifuge :

$$\frac{e\,v\,H}{c} = \frac{mv^2}{R} \tag{3}$$

aici m fiind masa protonului. Pentru raza traiectoriei rezultă expresia :

$$R = \frac{cm}{e}\frac{v}{H}. \tag{4}$$

Perioada mişcării de rotaţie a protonului pe orbita de rază R este

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi cm}{e}\frac{1}{H}. \tag{5}$$

Din (5) rezultă că la viteze nerelativiste, masa protonului putînd fi considerată practic constantă, perioada T nu depinde de raza traiectoriei descrise de proton. Cîmpul electric de înaltă frecvenţă va fi în rezonanţă cu mişcarea de rotaţie a protonului dacă perioada lui va fi egală cu T.

În fig. 4 este reprezentată grafic variaţia în timp a tensiunii $V_1 - V_2$ dintre duanţii D_1 şi D_2 ; admitem că avem îndeplinită condiţia de rezonanţă, adică admitem că perioada cîmpului este egală cu T din (5). Să presupunem că în cursul mişcării lui, un proton a ieşit în momentul t_1 din duantul D_1 în punctul 2 pătrunzînd în intervalul de accelerare I (fig. 3) ; cum reiese din fig. 4, cîmpul electric este dirijat în acest moment de la D_1 spre D_2, deci în acelaşi sens cu viteza $\vec{v}_1$ a protonului (cazul a, fig. 5).

Prin urmare protonul va fi accelerat atîta timp cît se găseşte în regiunea I (intervalul I

*) Mărimile sînt exprimate în sistemul de unităţi Gauss (permeabilitatea mediului poate fi considerată egală cu unitatea).

fiind mic şi viteza protonului mare, cîmpul electric nu variază prea mult în cursul accelerării protonului). Protonul pătrunde apoi în duantul D_2 cu viteza mărită $\vec{v}_2$, deci şi raza traiectoriei circulare descrise va creşte [v. formula (4)],

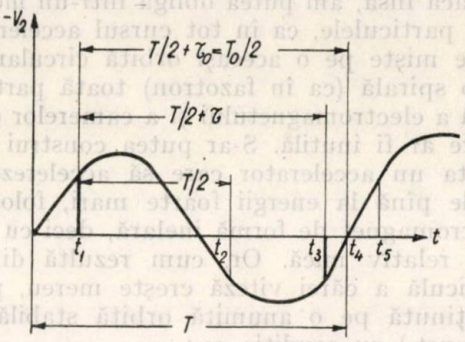


Fig. 4. Variaţia în timp a tensiunii aplicate duanţilor.

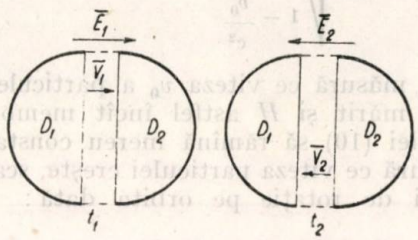


Fig. 5. Sensul vitezei protonilor în intervalul de accelerare.

însă perioada de rotaţie rămîne aceeaşi. Deci protonul va ieşi din duantul D_2 în momentul $t_2 = t_1 + \frac{T}{2}$ ($\frac{T}{2}$ fiind timpul necesar parcurgerii semicercului din D_2). Întretimp cîmpul electric din I şi-a schimbat sensul, fiind dirijat dinspre D_2 spre D_1 (cazul *b*, fig. 5). Dar acum şi protonul ieşind din D_2 are viteza $\vec{v}_2$ dirijată de la D_2 spre D_1, deci din nou în acelaşi sens cu E. În consecinţă protonul va fi din nou accelerat. Acelaşi lucru se întîmplă la fiecare jumătate de perioadă ; prin urmare la fiecare $\frac{T}{2}$ protonul este accelerat de cîmpul electric din I raza traiectoriei crescînd mereu. Protonul se mişcă deci pe o spirală pînă ce ajunge la periferia camerei de accelerare ; acolo el este extras din cameră printr-o fereastră G cu ajutorul unui sistem de deflecţie D.

În felul acesta, aplicînd între duanţi o tensiune de numai cîteva zeci de mii de volţi, se pot obţine în ciclotron protoni cu energii pînă la 20 milioane de electronvolţi. În ciclotron pot fi accelerate alte particule încărcate electric, cum ar fi particule α, deuteroni, ioni grei. Ciclotronul nu poate fi folosit la accelerarea electronilor, deoarece din cauza micimii masei acestora, ar fi necesare cîmpuri electrice de frecvenţe mult prea mari, respectiv perioade mult prea mici [v. formula (5)].

Energia pînă la care pot fi accelerate particulele în ciclotron este limitată datorită faptului că, la energii mari, începe să se facă simţită creşterea masei particulei cu viteza ei ; avem :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} \qquad (6)$$

unde m este masa particulei de viteză v ; m_0 — masa de repaus a particulei ; $\beta = \frac{v}{c}$; iar c — viteza luminii în vid. Această creştere a masei, duce la o creştere a perioadei de rotaţie a particulei o dată cu viteza ei : din (5) şi (6) se obţine pentru perioada corespunzătoare unei viteze v :

$$T_v = \frac{2\pi c}{e} \frac{1}{H} \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} \qquad (7)$$

particula va rămîne deci în urma cîmpului ; timpul în care particula parcurge în duant traiectoria semicirculară nu va mai fi $\frac{T}{2}$ ci $\frac{T}{2} + \tau$ (fig. 4). Deci, dacă ea intră în duant în momentul t_1 ea va ieşi de acolo în momentul $t_3 = t_1 + \frac{T}{2} + \tau$, τ fiind întîrzierea provenită din cauza creşterii perioadei ei de rotaţie.

Durata τ însă creşte mereu cu viteza particulei. La un moment dat, din cauza măririi lui τ, particula care intră la momentul t_1 în duant iese din acesta la momentul t_4 (fig. 4), cînd cîmpul electric este nul. Particula nu va mai fi accelerată ; ea rămîne cu viteza v_0 pe care o are în acest moment.

Din această cauză nici perioada ei de rotaţie nu mai creşte, ea rămînînd egală cu :

$$T_0 = \frac{2\pi c}{e} \frac{1}{H} \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} = T + 2\tau_0 \qquad (8)$$

unde : $T = \frac{2\pi c}{e} \frac{1}{H} m_0$, iar $2\tau_0$ este creşterea corespunzătoare a lui T datorită creşterii masei particulei de la m_0 la masa corespunzătoare vitezei v_0.

Raza traiectoriei particulei nu va mai creşte nici ea ; particula nu se va mai mişca pe o spirală ci va rămîne sechestrată pe traiectoria circulară corespunzătoare lui v_0 (pentru un H dat) :

$$R_0 = \frac{c\, m_0}{e\, H} \frac{v_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}. \qquad (9)$$

Pe această traiectorie se va stabiliza mişcarea particulei ; în adevăr, dacă accidental energia ei scade, atunci o dată cu ea scade şi perioada

ei de rotație, deci τ devine mai mic ca τ_0 și la ieșirea particulei din duant ea va găsi un cîmp accelerator (corespunzător, de exemplu, timpului t_3) care va readuce viteza particulei pînă la v_0 dacă, din contra, energia particulei a crescut la un moment dat, τ devine mai mare ca τ_0 și particula găsește un cîmp întîrzietor (corespunzător momentului t_5 de pe fig. 4), care va scădea viteza particulei pînă la v_0.

Prin urmare, dacă particulele nu sînt scoase la momentul oportun din camera de accelerare a ciclotronului ele vor continua să se accelereze pînă la o anumită viteză limită, v_0, după care vor continua să se rotească cu perioada T_0 pe o orbită circulară bine determinată de raza R_0, neputînd părăsi această orbită. Acesta este așa-numitul fenomen de autofazare, asupra căruia au atras atenția, aproape simultan și independent unul de celălalt, fizicienii Veksler [1] și Mac Millan [2]. Ei au arătat că dacă se variază adiabatic energia asociată acestei orbite staționare, particulele care se mișcă pe orbită vor ține pasul în mod automat cu această variație (cu condiția ca variația să fie înceată față de perioada de rotație a particulelor); în felul acesta particulele pot fi accelerate la viteze din ce în ce mai mari.

Variația energiei limite pe care o pot atinge particulele se poate face fie variind frecvența cîmpului electric accelerator, fie variind cîmpul magnetic.

Prima cale este folosită în fazotron, unde accelerarea are loc în felul următor: perioada cîmpului electric este mărită încet, astfel încît cîmpul să fie mereu sincronizat cu mișcarea particulei. În felul acesta particula nu mai rămîne în urma cîmpului și cînd pătrunde în intervalul de accelerare I găsește acolo mereu un cîmp electric accelerator. Pe măsură ce viteza particulei crește, raza orbitei descrise crește și ea [formula (4)] pînă ce particula ajunge la periferia camerei de accelerare unde ea este dirijată spre o anumită țintă. Cu aceasta, accelerarea unui „pachet" de particule s-a terminat și trebuie începută accelerarea altui „pachet". De aceea perioada cîmpului electric trebuie micșorată pînă la valoarea inițială și urmează un nou ciclu de accelerare cu alt pachet de particule ce ies din sursa S. Deci, accelerarea se face în impulsuri cu frecvența cu care este modulată frecvența cîmpului electric accelerator. Se obțin, de obicei, aproximativ 2 000 cicluri de accelerare pe secundă. Din cauza acestei accelerări în impulsuri, intensitatea fasciculului de particule dat de fazotron este de numai 5% din cea obținută în ciclotron.

Teoretic în fazotron s-ar putea accelera particule pînă la energii oricît de mari. Limitarea energiei pînă la care pot fi accelerate, provine din considerente de ordin practic: un calcul foarte simplu arată că, în cîmpurile magnetice realizabile obișnuite de ordinul a 15 000 Gauss, diametrul unui fazotron în care s-ar putea accelera protoni pînă la energii de 6.10^9 eV, ar trebui să fie de 30 m; construcția unui astfel de fazotron ar prezenta dificultăți tehnice uriașe și costul lui ar fi exagerat de mare.

Dacă însă, am putea obliga într-un mod oarecare particulele, ca în tot cursul accelerării lor, să se miște pe o aceeași orbită circulară și nu pe o spirală (ca în fazotron) toată partea centrală a electromagnetului și a camerelor de accelerare ar fi inutilă. S-ar putea construi în felul acesta un accelerator care să accelereze particulele pînă la energii foarte mari, folosind un electromagnet de formă inelară, deci cu o greutate relativ mică. Or, cum rezultă din (9), o particulă a cărei viteză crește mereu, poate fi menținută pe o anumită orbită stabilă ($R_0 =$ = const.) cu condiția ca:

$$\frac{1}{H}\frac{v_0}{\sqrt{1-\frac{v_0^2}{c^2}}} = \text{const.}, \qquad (10)$$

deci pe măsură ce viteza v_0 a particulei crește, trebuie mărit și H astfel încît membrul întîi al relației (10) să rămînă mereu constant. Dar pe măsură ce viteza particulei crește, scade perioada ei de rotație pe orbita dată:

$$T = \frac{2\pi R_0}{v}. \qquad (11)$$

Prin urmare, în timpul accelerării unui pachet de particule trebuie mărită mereu frecvența cîmpului electric accelerator. Deci trebuie menținut, pe de o parte, sincronismul între mișcarea particulei și cîmpul electric accelerator și, pe de altă parte, sincronismul între mișcarea particulei și cîmpul magnetic în care se efectuează mișcarea ei.

Realizarea practică a acestor idei a dus la construirea uriașelor mașini de accelerare numite sincrofazotroane sau bevatroane (se mai întîlnește și termenul de cosmotron).

Trebuiau însă învinse o serie de dificultăți. Viteza finală a unei particule accelerată pînă la o energie de 10 miliarde electronvolți (10 BeV) se poate calcula ușor din expresia relativistă a energiei cinetice:

$$W_{cin} = (m - m_0)c^2 \qquad (12)$$

unde notațiile sînt cele folosite și în (6). Avem deci:

$$(m - m_0)c^2 = 10 \text{ BeV}.$$

De aici rezultă, dacă se ține seamă de (6), că viteza unui proton de 10 BeV este practic egală cu viteza luminii în vid:

$$v = 0{,}995c \cong c.$$

Aceasta înseamnă că viteza unei particule care este accelerată de la 0,1 BeV pînă la 10

BeV creşte de circa 100 ori. Deci, la fiecare ciclu de accelerare a cîte unui pachet de particule de la 0,1 MeV (tensiunea cîmpului electric accelerator folosită în mod obişnuit) pînă la energia de 10 BeV, frecvenţa cîmpului electric accelerator trebuie să crească şi ea de circa 100 de ori şi cîmpul magnetic trebuie şi el mărit de la o valoare relativ mică pînă la valori de circa 15 000 Gauss. Pentru a evita dificultăţile legate de o astfel de operaţie, protonii sînt accelerati în prealabil într-un accelerator liniar pînă la energii de ordinul milioanelor de eV (în sincrofazotronul de la Dubna, pînă la 9 MeV); în acest caz raportul între viteza finală şi cea iniţială a protonilor în sincrofazotron devine egal cu 10.

Protonii accelerati în acceleratorul liniar sînt injectaţi apoi în camera cvasitoroidală a sincrofazotronului. Ei sînt menţinuţi pe orbita circulară cu ajutorul unui cîmp magnetic produs de un electromagnet inelar împărţit în patru sectoare distanţate între ele (fig. 6). Piesa principală a sincrofazotronului este acest electromagnet toroidal. Miezul electromagnetului construit din oţel special, cîntăreşte 36 000 t şi are un diametru mijlociu de 60 m. Înfăşurarea electromagnetului constă dintr-o ţeavă de cupru răcită cu apă distilată; numai aceasta cîntăreşte 600 t. Cîmpul magnetic produs trebuie menţinut foarte constant; el nu are voie să varieze cu mai mult de 0,1%. În sincrofazotron se obţin pachete de protoni accelerati; un ciclu de accelerare constînd din următoarele operaţii: un fascicul de protoni de 9 MeV este injectat tangent la traiectoria pe care urmează s-o parcurgă protonii; aceştia intră sub acţiunea cîmpului magnetic care-i curbează, obligîndu-i să se mişte pe orbita circulară. In momentul cînd pachetul de protoni a pătruns în intervalul dintre două sectoare ale camerei de accelerare, protonii intră sub acţiunea cîmpului electric de înaltă frecvenţă, care-i accelerează. În acest timp creşte şi cîmpul magnetic astfel încît protonii continuă să se mişte pe orbita circulară iniţială; pătrunzînd în sectorul următor ei scapă de sub influenţa cîmpului electric. Cînd pătrund din nou în intervalul dintre sectoare ei sînt accelerati din nou (între timp cîmpul electric şi-a mărit frecvenţa, astfel încît condiţia de rezonanţă să fie mereu satisfăcută). În felul acesta protonii sînt accelerati pînă la energia de 10 BeV, după care ei sînt dirijaţi spre o ţintă şi începe alt ciclu de accelerare.

Fig. 6. Electromagnetul sincrofazotronului.

Pînă ajung la energia de 10 miliarde eV protonii execută peste 4 milioane de rotaţii în cîmpul magnetic, parcurgînd în camera toroidală a sincrofazotronului un drum cu o lungime de un kilometru. Camera inelară străbate mijlocul electromagnetului de-a lungul său (fig. 7).

Pentru ca protonii să nu se întîlnească în calea lor cu atomii de azot şi de oxigen din aer, este necesar ca în această cameră să fie o presiune extrem de scăzută. Altfel, ciocnirea protonilor cu aceşti atomi ar face ca ei să fie împrăştiaţi şi ar duce astfel la micşorarea intensităţii fasciculului; acest lucru este cu atît mai important cu cît protonii au de parcurs un drum foarte lung în camera sincrofazotronului. De aceea, în camera de accelerare se realizează un vid foarte înaintat cu ajutorul a 56 de pompe puternice; pompele trebuie să aibă viteze de evacuare extrem de mari datorită volumului uriaş (de 160 m^3) al camerei. Pentru a reduce posibilităţile de pătrundere a aerului din afară în camera de accelerare, care are foarte multe suduri, aceasta are pereţii dubli; camera principală este înconjurată de o a doua cameră în care se menţine, de asemenea, o presiune scăzută. În aceste condiţii presiunea în camera de vid poate fi coborîtă pînă la 10^{-6} mm Hg, adică pînă la o miliardime de atmosferă.

O problemă foarte importantă este focalizarea protonilor, adică menţinerea lor pe o orbită stabilă. Protonii sînt încărcaţi electric prin urmare ei se resping. Pe de altă parte, protonii execută oscilaţii pe traiectoria lor deoarece la injectarea fasciculului de protoni din acceleratorul liniar, fasciculul nu este perfect paralel. Aceasta duce la creşterea secţiunii transversale a fasciculului şi, deci, la împrăştierea lor. Protonii se ciocnesc de pereţii camerei de vid şi dispar din fascicul. Este foarte importantă împiedicarea micşorării intensităţii fasciculului pe această cale. Acest lucru se realizează prin focalizarea fasciculului de protoni. Focalizarea se obţine prin spectrul special al liniilor cîmpului magnetic. Cele 4 sectoare ale electromagnetului sînt construite din secţiuni transversale. Spectrul liniilor cîmpului magnetic diferă alternativ de la o secţiune la alta ceea ce duce la realizarea condiţiilor de focalizare.

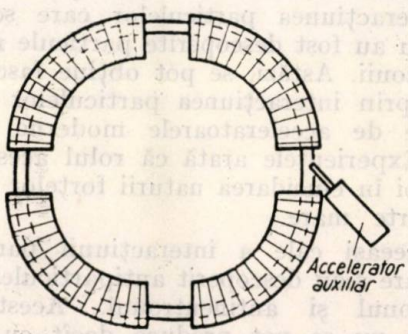


Fig. 7. Aşezarea camerei inelare a sincrofazotronului.

Din punctul de vedere al radiotehnicii sînt de remarcat o serie de realizări importante. Am arătat că frecvenţa cîmpului electric trebuie să fie la început mai mică şi apoi mai mare,

adică frecvenţa trebuie să varieze într-un domeniu larg. Aceasta impune un generator de înaltă frecvenţă cu bandă largă cu o tehnică specială. Pe de altă parte, sincronizarea cîmpului electric cu cîmpul magnetic trebuia făcută cu o eroare mai mică de 0,1% ceea ce a impus, de asemenea, o tehnică specială.

Oscilaţiile de înaltă frecvenţă sînt amplificate, după ieşirea din generator, de un amplificator de 200 kW.

Pentru furnizarea energiei electromagnetice necesare tuturor instalaţiilor sincrofazotronului s-a construit o staţie cu o putere de 40 000 kW. Această putere este consumată într-un spaţiu foarte restrîns, acela al instalaţiilor sincrofazotronului, ceea ce duce la o mare disipare de căldură. Căldura este eliminată cu ajutorul apei care străbate înfăşurarea electromagnetului.

Din cele expuse mai sus rezultă dificultăţile tehnice enorme care au trebuit să fie învinse. Aceasta s-a realizat numai prin colaborarea dintre ingineri şi fizicieni, făcîndu-se apel la realizări din numeroase domenii tehnice şi ştiinţifice. Toate acestea au cerut însă fonduri enorme. Instalaţiile din fizica modernă se caracterizează prin investiţii mari cărora ţările mici nu le pot face faţă. Numai uniunile de state sau asociaţiile de ţări îşi pot permite luxul unui accelerator gigantic, ca sincrofazotronul de 10 miliarde electronvolţi.

Cu drept cuvînt apare întrebarea : sînt justificate aceste investiţii extraordinar de mari? La ce vor servi investigaţiile care se vor face cu protoni de aceste energii enorme?

Ţinta fizicii moderne este stăpînirea fenomenelor ce se desfăşoară în nucleul atomului. Acesta este format din protoni şi neutroni. Între aceste particule se exercită forţele nucleare, care dau nucleului stabilitate. Nu se cunoaşte astăzi natura forţelor nucleare şi nici legile după care acţionează ele. Lămurirea naturii forţelor nucleare este „problema numărul unu" a fizicii moderne.

Pe drumul lămuririi naturii forţelor nucleare, prin interacţiunea particulelor care se găsesc în nucleu au fost descoperite particule noi, cum sînt mezonii. Astăzi, se pot obţine fascicule de mezoni prin interacţiunea particulelor energice furnizate de acceleratoarele moderne de particule. Experienţele arată că rolul acestor particule noi în elucidarea naturii forţelor nucleare este foarte mare.

Pe aceeaşi cale a interacţiunii particulelor elementare s-au descoperit antiparticulele grele ; antiprotonul şi antineutronul. Aceste antiparticule nu se pot produce decît cu protoni avînd energii de multe miliarde de electronvolţi. Numai cu ajutorul acceleratoarelor care dau protoni atît de energici se va putea studia producerea antiparticulelor, proprietăţile lor şi anihilarea lor cu particulele corespunzătoare.

Interacţiunea protonilor accelerați de sincrofazotron cu diferitele particule elementare şi antiparticule, studiate cu cele mai moderne metode de detecţie (emulsii nucleare, contoare de scintilaţie, contoare Cerenkov) vor aduce informaţii noi cu privire la forţele nucleare.

Interacţiunea protonilor energici cu alte nuclee a putut fi studiată şi în razele cosmice, dar, pentru aceasta trebuiau trimise pachete de emulsii fotografice la înălţimi mari cu ajutorul baloanelor. Asemenea operaţii sînt dificile şi cer o pregătire îndelungată. La sincrofazotron obţinerea acestor interacţiuni durează cîteva secunde dacă acceleratorul este pus în funcţiune.

Ce va aduce cunoaşterea forţelor nucleare?

Astăzi se obţine energie din fisiunea uraniului. Se obţine însă abia o parte, numai 200 milioane electronvolţi de fiecare atom fisionat. Prin urmare randamentul cu care se obţine astăzi energia nucleară este mic. Se speră că prin cunoaşterea forţelor nucleare se va obţine energie din nucleu cu un randament mai mare.

Se poate face o analogie. Obţinerea energiei nucleare fără cunoaşterea forţelor nucleare este analogă cu funcţionarea maşinii cu abur fără termodinamică. Imediat după descoperirea maşinii cu abur s-a încercat mărirea randamentului acesteia, fără să se reuşească. Numai termodinamica a arătat calea pe care se putea obţine mărirea randamentului. Tot astfel, cunoaşterea aprofundată a forţelor nucleare va permite nu numai lămurirea dintr-un punct de vedere unitar a uriaşului material experimental acumulat pînă acum cu privire la nucleu, ci şi obţinerea energiei nucleare cu un randament mai mare, găsirea unor noi căi pentru extragerea din nucleu a energiei acumulate în el. De aceea, investiţiile uriaşe care se fac pentru construcţia acceleratoarelor moderne sînt justificate.

Bibliografie

[1] *Vorobiev, A. A.* : Uscoriteli zariajenih ciastiţ. Gosenergoizdat Moscova-Leningrad, 1949.

[2] *Mc Millan, E. M.* : Synchrotron — a proposed high energy particles accelerator. Physical Review, **68** (1945), 143.

[3] *Socolov, A.* şi *Ivanenko, D.* : Teoria clasică a cîmpului. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1955.

[4] *Tănăsescu, T.* : Sincrofazotronul de 10 BeV. Automatica şi Electronica, **1** (1957), 2, 79—82.

Intrat în redacţie la 12.XII.1957.

Generalizarea teoremelor forţelor lagrangiene

ALEXANDRU TIMOTIN — Bucureşti*)

Determinarea acţiunilor ponderomotoare ale cîmpului electromagnetic se efectuează în tehnică prin aplicarea teoremelor forţelor generale sau lagrangiene. De obicei aceste teoreme sînt demonstrate în cazuri relativ particulare deşi se aplică şi în alte cazuri diferite de cele pentru care au fost demonstrate Autorul dă o demonstraţie mai generală a teoremelor, aplicabilă pentru majoritatea cazurilor întîlnite în tehnică.

CZ 621.3

1. Determinarea forţelor şi momentelor care acţionează asupra corpurilor electrizate şi magnetizate se face în tehnică — aproape cu exclusivitate — utilizînd teoremele forţelor lagrangiene (teoremele forţelor generale).

Se înţelege prin forţă lagrangiană, sau generală, X_k corespunzătoare coordonatei lagrangiene, sau generale, x_k (variabilă independentă care determină configuraţia geometrică şi care poate fi o distanţă, un unghi, un volum , o arie etc.) coeficientul variaţiei elementare δx_k a acestei coordonate, în forma liniară şi omogenă care exprimă lucrul mecanic elementar efectuat asupra unui sistem de corpuri la o deformare infinitezimală a acestui sistem :

$$\delta \mathfrak{L} = X_1 \delta x_1 + X_2 \delta x_2 + \ldots + X_m \delta x_m = \sum_{k=1}^{m} X_k \delta x_k. \tag{1}$$

În această expresie (expresia lagrangiană a lucrului mecanic) δx_k sînt variaţii liniar independente, iar m este numărul total al coordonatelor generale, independente, corespunzătoare (numărul gradelor de libertate). Dacă x_k este o distanţă, X_k e componenta unei forţe în sensul creşterii acelei distanţe ; dacă x_k e un unghi, X_k e componenta unui moment corespunzătoare sensului creşterii acelui unghi ; etc.

Forma lagrangiană a lucrului mecanic elementar definită iniţial în mecanica sistemelor de puncte materiale, a fost utilizată apoi în termodinamică la formularea şi aplicarea primului principiu, x_k fiind în acest caz parametrii externi (de poziţie) ale căror variaţii independente caracterizează variaţiile stărilor de echilibru ale sistemelor fizice.

În modurile de tratare obişnuite [1], [5] teoremele forţelor generale se enunţă separat în electrostatică şi separat în cîmpul magnetic staţionar (sau cvasi-staţionar), pentru medii liniare (cu permitivitatea ε şi permeabilitatea μ independente de cîmp) şi cu isterezis neglijabil, în general neomogene [$\varepsilon = \varepsilon(\bar{r})$; $\mu = \mu(\bar{r})$].

In electrostatică teoremele se demonstrează pentru un sistem de n conductoare omogene (fără cîmp imprimat), ale căror sarcini electrice şi potenţiale sînt q_i, respectiv V_i ($i = 1, 2, \ldots n$) şi a căror configuraţie geometrică (relativă şi în raport cu dielectricii din cîmp) e univoc determinată de coordonatele generale x_k ($k = 1,2,\ldots m$).

*) Ing. *A. Timotin* este conferenţiar suplinitor la catedra de Electrotehnică din Institutul Politehnic Bucureşti.

Energia electrică liberă W^e a cîmpului electrostatic al sistemului de conductoare (care constituie întregul cîmp, niciunul din conductoarele care produc cîmpul nefiind omis) e univoc determinată fie de sarcinile conductoarelor şi de configuraţia geometrică a sistemului, fie de potenţialele conductoarelor şi de configuraţia geometrică a sistemului. Această energie se poate, deci, exprima fie ca funcţie de sarcini şi coordonate generale (alese ca variabile independente) :

$$W^e = \mathfrak{F}^e(q_1, q_2, \ldots, q_n ; x_1, x_2, \ldots, x_m) = \mathfrak{F}^e[q_i ; x_l] \tag{2}$$

fie ca funcţie de potenţiale şi coordonate generale :

$$W^e = \mathfrak{G}^e(V_1, V_2, \ldots, V_n ; x_1, x_2, \ldots, x_m) = \mathfrak{G}^e(V_i ; x_l] \tag{3}$$

(ultimul membru reprezintă o notaţie simplificată a variabilelor).

Teoremele forţelor generale în electrostatică afirmă că :

$$X_k = -\frac{\partial \mathfrak{F}^e[q_i ; x_l]}{\partial x_k} \quad (4) \quad \text{sau} \quad X_k = \frac{\partial \mathfrak{G}^e[V_i ; x_l]}{\partial x_k}. \tag{5}$$

În aplicaţii nu se cunosc totdeauna explicit expresiile (2) sau (3) pentru energia întregului cîmp, dar se poate calcula variaţia energiei electrice libere, în condiţii date. Ţinînd seamă de definiţia derivatei parţiale, forţelor generale sînt date de :

$$X_k = -\lim_{\Delta x_k \to 0} \frac{(\Delta W^e)_{q,k}}{\Delta x_k} \quad (6) \; ; \; X_k = \lim_{\Delta x_k \to 0} \frac{(\Delta W^e)_{V,k}}{\Delta x_k} \tag{7}$$

unde $(\Delta W^e)_{q,k}$, respectiv $(\Delta W^e)_{V,k}$ sînt variaţiile energiei corespunzătoare variaţiei numai a coordonatei x_k cu δx_k, la sarcini constante, respectiv la potenţiale constante, ale conductoarelor.

In cîmpul magnetic staţionar (sau cvasistaţionar) teoremele se demonstrează pentru un sistem de n circuite filiforme, independente, ale căror curenţi sînt i_j, ale căror fluxuri totale sînt Φ_j ($j = 1,2, \ldots, n$) şi a căror configuraţie geometrică (relativă şi în raport cu corpurile magnetizate din cîmp) este univoc determinată de coordonatele generale x_k ($k = 1,2, \ldots, m$). Energia magnetică liberă W^m a cîmpului magnetic al sistemului de circuite (care constituie întregul cîmp, niciunul din circuitele filiforme care produc

cîmpul nefiind omis) e univoc determinată fie de fluxurile circuitelor şi de configuraţia geometrică a sistemului, fie de curenţii din circuite şi de configuraţia geometrică a sistemului. Această energie se poate deci exprima fie ca funcţie de fluxuri şi coordonate generale :

$$W^m = \mathcal{F}^m(\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_n ; x_1, x_2, \ldots, x_m) = \mathcal{F}^m[\Phi_j ; x_l] \tag{8}$$

fie ca funcţie de curenţi şi coordonate generale :

$$W^m = \mathcal{G}^m(i_1, i_2, \ldots, i_n ; x_1, x_2, \ldots, x_m) = \mathcal{G}^m[i_j ; x_l]. \tag{9}$$

Teoremele forţelor generale în cîmpul magnetic afirmă că :

$$X_k = -\frac{\partial \mathcal{F}^m[\Phi_j ; x_l]}{\partial x_k} \quad (10) \text{ sau } X_k = \frac{\partial \mathcal{G}^m[i_j ; x_l]}{\partial x_k}. \quad (11)$$

Ca şi în electrostatică, la aplicarea teoremei e mai comod să se determine variaţia energiei magnetice în condiţii date, decît expresiile explicitate (8) sau (9) pentru energia întregului cîmp. Se obţine :

$$X_k = -\lim_{\Delta x_k \to 0} \frac{(\Delta W^m)_{\Phi,k}}{\Delta x_k} \quad (12) \; ; \; X_k = \lim_{\Delta x_k \to 0} \frac{(\Delta W^m)_{i,k}}{\Delta x_k} \quad (13)$$

unde $(\Delta W^m)_{\Phi,k}$ respectiv $(\Delta W^m)_{i,k}$ sînt variaţiile energiei corespunzătoare variaţiei numai a coordonatei x_k cu δx_k, la fluxuri constante, respectiv, la curenţi constanţi, în circuite.

Considerentele termodinamice, care stau la baza demonstrării teoremelor de mai sus, stabilesc caracterul necesar izoterm al tuturor variaţiilor care intervin.

Formularea dată mai sus pentru teorema forţelor lagrangiene e aceea întîlnită curent în literatură. Această formulare şi demonstraţia corespunzătoare impun o serie de restricţii care limitează domeniul de aplicabilitate al teoremelor : mediul dielectric sau magnetic e presupus liniar ; circuitele — din cazul magnetic — sînt presupuse filiforme (pentru ca fluxul să fie univoc definit) şi fără ramificaţii (pentru ca intensitatea curentului să fie univoc definită) ; se impune calculul energiei, sau al variaţiei energiei, întregului cîmp al sistemului de conductoare sau de circuite , la deplasarea considerată ; se consideră un număr finit de grade de libertate.

În cazuri particulare se întîlnesc în literatură formulări şi demonstraţii care înlătură unele deficienţe semnalate, în special în teoria aparatelor şi maşinilor de curent alternativ [2], [3]. În anumite aplicaţii, teorema se aplică fără a ţine seamă de unele restricţii menţionate, obţinîndu-se totuşi rezultate corecte ceea ce subliniază insuficienţele formulărilor obişnuite. (Se aplică, de exemplu, teorema pentru pînze continue de curenţi — deşi demonstraţia e dată pentru circuite filiforme neramificate).

Vom da în cele ce urmează o formulare şi o demonstraţie pentru teoremele forţelor lagrangiene, care să constituie generalizarea naturală a prezentării clasice a acestor teoreme pentru distribuţii continue de sarcini şi curenţi, pentru o infinitate de grade de libertate şi pentru medii în general neliniare.

2. Considerăm un domeniu V_Σ limitat de o suprafaţă închisă Σ ale cărei puncte sînt solidare cu punctele materiale ale mediului considerat. (Vom numi *ataşate* asemenea elemente geometrice — curbe sau suprafeţe — care intervin în mod curent în electrodinamica mediilor în mişcare). Dacă polarizarea electrică şi magnetică a materialelor conţinute e reversibilă (ceea ce revine la a considera materiale cu isterezis şi viscozitate electrică şi magnetică neglijabile) o parte din energia liberă localizată în V_Σ e de natură electromagnetică, depinzînd de starea locală electromagnetică. Fie $W = \int_{V_\Sigma} w.\mathrm{d}v$ această energie de densitate de volum w, care are în general, respectiv în medii liniare, expresia [1] :

$$w = \int_{\bar{H}=0}^{\bar{B}} \bar{H}' \, \mathrm{d}\bar{B}' + \int_{\bar{E}=0}^{\bar{D}} \bar{E}' \, \mathrm{d}\bar{D}' \tag{14}$$

respectiv

$$w = \frac{\bar{H}\bar{B}}{2} + \frac{\bar{E}\bar{D}}{2}$$

(folosim unităţi MKSA raţionalizate ; cu accent am notat variabilele de integrare). La o variaţie elementară, izotermă şi în rest arbitrară a stării corpurilor şi cîmpului din V_Σ energia electromagnetică W poate varia fie prin efectuarea lucrului mecanic elementar $\delta\mathfrak{L}$ asupra corpurilor din V_Σ, fie prin transformarea directă δW_c în alte forme de energie a corpurilor din V_Σ (efecte termice, efecte chimice etc.), fie prin transmisiunea de energie δW_Σ prin suprafaţa Σ către exterior :

$$-\mathrm{d}W = \delta\mathfrak{L} + \delta W_c + \delta W_\Sigma \tag{15}$$

(cu d se notează diferenţiale exacte ale unor funcţii de stare, iar cu δ creşterile elementare ale variabilelor independente sau variaţii elementare care nu sînt diferenţiale exacte).

Teoremele forţelor lagrangiene stabilesc condiţiile în care din relaţia (15) de mai sus poate rezulta o relaţie numai între variaţia $\mathrm{d}W$ a energiei electromagnetice şi lucrul elementar $\delta\mathfrak{L}$ cedat corpurilor. În adevăr , din relaţiile (1), (4), (5) (10), (11) şi din dezvoltarea diferenţialelor totale ale expresiilor (2), (3), (8), (9), rezultă că relaţiile (4), (5), (10), (11) sînt echivalente cu relaţiile :

$$-(\mathrm{d}W^e)_q = \delta\mathfrak{L} \; ; \; (\mathrm{d}W^e)_V = \delta\mathfrak{L} \; ; \; -(\mathrm{d}W^m)_\Phi = \delta\mathfrak{L} \; ; \; (\mathrm{d}W^m)_i = \delta\mathfrak{L} \tag{16}$$

indicii q, V, Φ, i, arătînd că variaţiile se consideră cu menţinerea constantă a sarcinilor,

potențialelor, fluxurilor, curenților. Aceste relații reprezintă o formulare a teoremelor mai generală decît relațiile (4), (5), (10), (11) deoarece nu impune cu necesitate un număr finit de grade de libertate. Vom ajunge la o formulare și mai generală dacă vom căuta să stabilim relații de acest fel nu pentru întregul cîmp ci pentru o porțiune arbitrară V_Σ ca în (15). O asemenea formulare e posibilă dacă vom considera deformări ale mediului corporal din V_Σ care păstrează *fixe* punctele materiale ale suprafeței Σ deoarece în acest caz transmisiunea de energie prin Σ e dată exclusiv de fluxul vectorului Poynting (în cazul general al unei suprafețe Σ în mișcare intervine și lucrul elementar al tensiunilor maxwelliene [1], [4]). În rest, deformările sînt arbitrare deoarece nu facem nici o ipoteză asupra proprietăților plastice sau elastice ale materialelor din V_Σ și nici asupra forțelor exterioare neelectromagnetice care produc aceste deformări. Vom avea deci :

$$\delta W_\Sigma = \oint_\Sigma (\overline{E}\times\overline{H})\, \mathrm{d}\overline{A}.\ \delta t. \tag{17}$$

De altă parte, deoarece am presupus reversibilă polarizarea electrică și magnetică, transformarea directă a energiei electromagnetice în alte forme are loc numai în conductoare prin efectul curentului de conducție, adică

$$\delta W_c = \int_{V_\Sigma} \overline{E}\,\overline{J}\ \mathrm{d}v.\ \delta t \tag{18}$$

$\overline{J}$ fiind densitatea de curent. Ecuația (15) a conservării energiei electromagnetice din V_Σ se scrie deci :

$$-(\mathrm{d}W + \delta\mathfrak{L}) = \delta W_c + \delta W_\Sigma = \int_{V_\Sigma} (\overline{E}\,\overline{J} + \operatorname{div}(\overline{E}\times\overline{H})\ \mathrm{d}v.\,\delta t \tag{19}$$

cu

$$W = \int_{V_\Sigma} w\ \mathrm{d}v \tag{20}$$

respectiv

$$\delta\mathfrak{L} = \int_{V_\Sigma} (\overline{f}\cdot\delta\overline{r} + \overline{c}\cdot\delta\overline{\alpha})\ \mathrm{d}v + \int_{S'} \overline{t}\cdot\delta\overline{r}\cdot\mathrm{d}\overline{A} \tag{21}$$

(21) este expresia lucrului elementar corespunzător unei infinități de grade de libertate ; $\overline{f}$ — densitatea de volum a forței ; $\overline{c}$ — densitatea de volum a cuplului — dacă există — ; $\overline{t}$-densitatea de suprafață a forței — dacă există anumite suprafețe de discontinuitate S' în V_Σ ; $\delta\overline{r} = \overline{v}.\delta t$ — deplasarea elementară ; $\delta\overline{\alpha} = \overline{\omega}\delta t = \frac{1}{2}\ \mathrm{rot}\ \overline{v}.\ \delta t$ — rotația elementară ; $\overline{v}$ — viteza. În cazuri particulare expresia (21) se poate reduce la (1).

Membrul drept din (19) se poate transforma cu ajutorul ecuațiilor cîmpului pentru medii în mișcare:

$$\mathrm{rot}\ \overline{E} = -\frac{\mathrm{d}_f\overline{B}}{\mathrm{d}t}, \qquad \mathrm{rot}\ \overline{H} = \overline{J} + \frac{\mathrm{d}_f\overline{D}}{\mathrm{d}t}. \tag{22}$$

Aici $\frac{\mathrm{d}_f\overline{B}}{\mathrm{d}t}$ și $\frac{\mathrm{d}_f\overline{D}}{\mathrm{d}t}$ sînt derivatele de flux ale inducțiilor definite de relațiile care exprimă derivatele substanțiale ale fluxurilor :

$$\frac{\mathrm{d}_s\Phi}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\int_S \overline{B}\cdot\mathrm{d}\overline{A} = \int_S \frac{\mathrm{d}_f\overline{B}}{\mathrm{d}t}\,\mathrm{d}\overline{A}\ ; \qquad \frac{\mathrm{d}_s\psi}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\int_S \overline{D}\cdot\mathrm{d}\overline{A} = \int_S \frac{\mathrm{d}_f\overline{D}}{\mathrm{d}t}\,\mathrm{d}\overline{A} \tag{23}$$

în care suprafața atașată S e arbitrară.

Se obține :

$$[\overline{E}\overline{J} + \operatorname{div}(\overline{E}\times\overline{H})]\ t = -\overline{H}\,\mathrm{d}_f\overline{B} - \overline{E}\,\mathrm{d}_f\overline{D} \tag{24}$$

și deci :

$$\mathrm{d}W + \delta\mathfrak{L} = \int_{V_\Sigma} (\overline{H}\cdot\mathrm{d}_f\overline{B} + \overline{E}\,\mathrm{d}_f\overline{D})\ \mathrm{d}v. \tag{25}$$

Din relația de mai sus rezultă prima teoremă generalizată :

La deformații ale corpurilor cu polarizare reversibilă din interiorul unei suprafețe închise Σ, care păstrează fixe punctele acestei suprafețe și sînt în rest arbitrare, lucrul mecanic elementar cedat de cîmp e egal și de semn contrar cu variația energiei electromagnetice localizată în V_Σ

$$\boxed{[\mathrm{d}W]_{\Phi,\Psi} = -\,\delta\mathfrak{L}} \tag{26}$$

dacă în decursul variației elementare considerate fluxurile magnetic $\Phi = \int_S \overline{B}\cdot\mathrm{d}\overline{A}$ și electric $\psi = \int_S \overline{D}\cdot\mathrm{d}\overline{A}$ prin orice suprafață atașată S, conținută în V_Σ sînt constante.

În adevăr, ultima condiție e îndeplinită cînd variațiile substanțiale ale fluxurilor

$$\mathrm{d}_s\Phi = \mathrm{d}\int_S \overline{B}\cdot\mathrm{d}\overline{A} = \int_S \mathrm{d}_f\overline{B}\cdot\mathrm{d}\overline{A}\ ; \qquad \mathrm{d}_s\psi = \mathrm{d}\int_S \overline{D}\cdot\mathrm{d}\overline{A} = \int_S \mathrm{d}_f\overline{D}\cdot\mathrm{d}\overline{A} \tag{27}$$

sînt nule oricare ar fi S, adică atunci cînd :

$$\mathrm{d}_f\overline{B} \equiv 0 \ \text{și}\ \mathrm{d}_f\overline{D} \equiv 0 \ \text{în}\ V_\Sigma. \tag{28}$$

Condițiile acestea constituie generalizarea condițiilor $\Phi = \text{const.}$, respectiv $q = \text{const.}$ (deoarece $q = \Phi\overline{D}.\mathrm{d}\overline{A}$) din enunțurile uzuale (6) și (12). În acele enunțuri intervenea variația energiei întregului cîmp, în condițiile menținerii constante numai a fluxurilor prin conturele circuitelor, respectiv prin suprafețele închise ale conductoarelor. În enunțul generalizat intervine numai variația energiei din V_Σ, dar trebuie să se mențină constante fluxurile prin orice suprafață atașată (închisă sau deschisă) conținută în V_Σ.

3. Rezultatul obţinut ne sugerează şi generalizarea condiţiilor $i = \text{const.}$ (adică $\oint \overline{H}.\mathrm{d}\overline{r} = \text{const.}$) şi $V = \text{const.}$ (adică $\int \overline{E}.\mathrm{d}\overline{r} = \text{const.}$) din enunţurile uzuale (7) şi (13), în sensul menţinerii constante a tensiunilor magnetice şi electrice $U_m = \int_c \overline{H}.\mathrm{d}\overline{r}$ şi $U = \int_c \overline{E}.\mathrm{d}\overline{r}$ în lungul oricărei curbe ataşate din V_Σ. Cum însă prin definiţie :

$$\mathrm{d}_s U_m = \mathrm{d} \int_c \overline{H}.\mathrm{d}\overline{r} = \int_c \mathrm{d}_l \overline{H}.\mathrm{d}\overline{r};$$

$$\mathrm{d}_s U = \mathrm{d} \int_c \overline{E}\cdot\mathrm{d}\overline{r} = \int_c \mathrm{d}_l \overline{E}\cdot\mathrm{d}\overline{r} \qquad (29)$$

e de aşteptat că vor interveni în formularea acestor condiţii generalizate derivatele de integrală de linie $\frac{\mathrm{d}_l \overline{H}}{\mathrm{d}t}$, respectiv $\frac{\mathrm{d}_l \overline{E}}{\mathrm{d}t}$, ale intensităţilor $\overline{H}$, respectiv $\overline{E}$, definite de relaţiile :

$$\frac{\mathrm{d}_l U_m}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\int_c \overline{H}\cdot\mathrm{d}\overline{r} = \int_c \frac{\mathrm{d}_l \overline{H}}{\mathrm{d}t}\mathrm{d}\overline{r};$$

$$\frac{\mathrm{d}_l U}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\int_c \overline{E}\cdot\mathrm{d}\overline{r} = \int_c \frac{\mathrm{d}_l \overline{E}}{\mathrm{d}t}\mathrm{d}\overline{r} \qquad (30)$$

în care curba ataşată C e arbitrară.

În acest scop, vom utiliza următoarea identitate de analiză vectorială care stabileşte o legătură între derivatele de flux şi derivatele de integrală de linie, a cărei demonstraţie e dată în anexa A :

Derivata de integrală de volum a produsului scalar a doi vectori-cîmp e egală cu suma dintre produsul scalar al unuia din vectori prin derivata de flux a celui de-al doilea şi produsul scalar al celui de-al doilea vector prin derivata de integrală de linie a primului

$$\frac{\mathrm{d}_v}{\mathrm{d}t}(\overline{A}_1\cdot\overline{A}_2) = \overline{A}_1\frac{\mathrm{d}_l \overline{A}_2}{\mathrm{d}t} + \overline{A}_2\frac{\mathrm{d}_l \overline{A}_1}{\mathrm{d}t}. \qquad (31)$$

Pentru variaţii elementare rezultă

$$\mathrm{d}_v(\overline{A}_1\cdot\overline{A}_2) = \overline{A}_1\cdot\mathrm{d}_l\overline{A}_2 + \overline{A}_2\cdot\mathrm{d}_l\overline{A}_1. \qquad (32)$$

Cu ajutorul acestei identităţi avem :

$$\mathrm{d}_v(\overline{H}\cdot\overline{B}+\overline{E}\cdot\overline{D}) = \overline{H}\,\mathrm{d}_l\overline{B}+\overline{E}\cdot\mathrm{d}_l\overline{D}+\overline{B}\,\mathrm{d}_l\overline{H}+\overline{D}\cdot\mathrm{d}_l\overline{E} \qquad (33)$$

Dacă introducem, alături de densitatea de energie w, mărimea

$$w^* = \overline{H}\cdot\overline{B} + \overline{E}\cdot\overline{D} - w \qquad (34)$$

pe care o vom numi *densitate de volum a energiei electromagnetice complementare* şi, alături de energia W, mărimea

$$W^* = \int_{V_\Sigma} w^*\,\mathrm{d}v = \int_{V_\Sigma}(\overline{H}\overline{B} + \overline{E}\overline{D} - w)\,\mathrm{d}v =$$

$$= \int_{V_\Sigma}(\overline{H}\overline{B} + \overline{E}\overline{D})\,\mathrm{d}v - W \qquad (35)$$

pe care o vom numi *energie electromagnetică complementară*, se obţine din (20) şi (24)

$$\mathrm{d}W^* - \delta\mathfrak{L} = \int_{V_\Sigma}(\overline{B}\cdot\mathrm{d}_l\overline{H} + \overline{D}\cdot\mathrm{d}_l\overline{E})\,\mathrm{d}v. \qquad (36)$$

Din această relaţie rezultă a doua teoremă generalizată :

La deformaţii ale corpurilor cu polarizaţie reversibilă din interiorul unei suprafeţe închise Σ, *care păstrează fixe punctele acestei suprafeţe şi sînt în rest arbitrare, lucrul mecanic elementar cedat de cîmp e egal şi de acelaşi semn cu variaţia energiei electromagnetice complementare localizată în* V_Σ

$$\boxed{[\mathrm{d}W^*]_{U_m,U} = \delta\mathfrak{L}} \qquad (37)$$

dacă în decursul variaţiei elementare considerate tensiunile magnetică $U_m = \int_c \overline{H}\cdot\mathrm{d}\overline{r}$ *şi electrică* $U = \int_c \overline{E}\cdot\mathrm{d}\overline{r}$ *în lungul oricărei curbe ataşate* C, *conţinută în* V_Σ, *sînt constante.*

În adevăr, ultima condiţie e îndeplinită cînd variaţiile substanţiale (29) sînt nule oricare ar fi C, adică atunci cînd :

$$\mathrm{d}_l\overline{H} = 0 \text{ şi } \mathrm{d}_l\overline{E} = 0 \text{ în } V_\Sigma. \qquad (38)$$

Pentru precizarea semnificaţiei energiei complementare W^* trebuie observat că :

— Dacă volumul V_Σ se extinde la întregul cîmp, considerat staţionar şi produs de n' conductoare omogene în repaus şi n'' circuite filiforme în repaus situate într-o regiune finită a spaţiului, se obţin următoarele expresii deduse din (35) folosind potenţialele şi integrînd prin părţi ($\overline{B} = \text{rot}\,\overline{A}$ şi $\overline{E} = -\text{grad}\,V$).

$$\int_{V_\infty}(\overline{H}\overline{B} + \overline{D}\overline{E})\,\mathrm{d}v = \int_{V_\infty}(\overline{A}\overline{J} + V\rho)\,\mathrm{d}v =$$

$$= \sum_{i=1}^{n'} V_i q_i + \sum_{j=1}^{n''}\Phi_j i_j \qquad (39)$$

$$W^* = \int_{V_\infty}(\overline{A}\overline{J} + V\rho - w)\,\mathrm{d}v = \sum_{i=1}^{n'} V_i q_i + \sum_{j=1}^{n''}\Phi_j i_j - W. \qquad (40)$$

— În reprezentările grafice ale caracteristicilor electrice, respectiv magnetice, ale condensatoarelor, respectiv ale electromagneţilor, energia complementară e proporţională cu aria mărginită de curbă şi axa absciselor (fig. 1, *a* şi *b*).

— În reprezentările grafice ale legilor polarizaţiilor pentru materiale fără histerezis, dar în general neliniare, densitatea de energie complementară e proporţională cu aria mărginită de

curbă şi de axa absciselor (fig. 2, *a* şi *b*). În general, cu (14) şi (34) avem :

$$w^* = \overline{H}\overline{B} + \overline{D}\overline{E} - \int_{H'=0}^{B} \overline{H}' \, \mathrm{d}\overline{B}' - \int_{E'=0}^{D} \overline{E}' \, \mathrm{d}\overline{D}'. \quad (41)$$

— Ca şi energia, energia complementară şi densitatea ei se separă în termeni pur electrici şi pur magnetici.

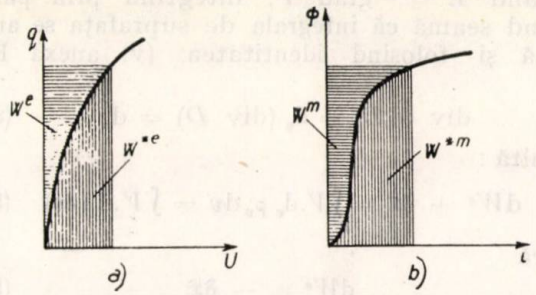


Fig. 1. Determinarea grafică a energiei şi a energiei complementare :
a — caracteristica electrică a unui condensator (în general neliniar) ;
b — caracteristica magnetică a unei bobine cu fier.

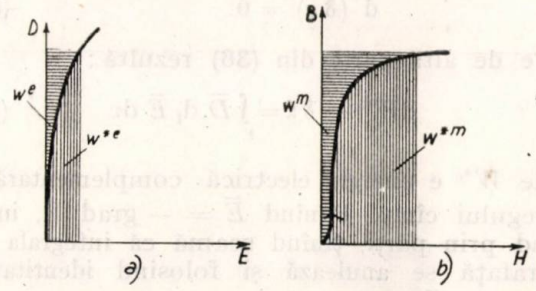


Fig. 2. Determinarea grafică a densităţii de energie şi a densităţii de energie complementară :
a — curba de electrizare a unui dielectric (în general neliniar) ;
b — curba de magnetizare a unui material feromagnetic moale.

— În medii cu polarizare reversibilă şi liniară energia, respectiv densitatea de energie, e numeric egală cu energia complementară, respectiv cu densitatea de energie complementară :

$$W = W^* = \int_{V_\Sigma} \frac{\overline{H}\overline{B} + \overline{D}\overline{E}}{2} \, \mathrm{d}v \, ; \; w = w^* = \frac{\overline{H}\overline{B}}{2} + \frac{\overline{D}\overline{E}}{2} \quad (42)$$

iar pentru întregul cîmp :

$$W = W^* = \sum_{i=1}^{n'} \frac{1}{2} V_i \, q_i + \sum_{j=1}^{n''} \frac{1}{2} \Phi_j \, i_j . \quad (43)$$

În legătură cu cea de-a doua teoremă generalizată a forţelor lagrangiene mai trebuie observată că în timp ce la variaţia condusă la fluxuri constante (26) nu avem nici un fel de alt schimb de energie între cîmp şi corpuri sau cu exteriorul ($\delta W_e + \delta W_\Sigma = 0$), la variaţia condusă la tensiuni constante cîmpul primeşte de la corpuri şi din exterior energia :

$$-[\delta W_e = + \delta W_\Sigma] = \int_V [\overline{H} \cdot \mathrm{d}_t \overline{B} + \overline{E} \cdot \mathrm{d}_t D] \, \mathrm{d}v = \mathrm{d} \int_V (\overline{H}\overline{B} + \overline{D}\overline{E}) \, \mathrm{d}v \quad (44)$$

care, în medii liniare, e egală cu dublul variaţiei energiei, ceea ce explică semnul pozitiv în ambii termeni din (37).

4. Formele (26) şi (37) ale teoremelor sînt indicate pentru determinarea localizării exacte a forţelor exercitate de cîmp, alegîndu-se ca suprafaţă închisă Σ, suprafaţa unui domeniu foarte mic. Exemplu :

Densitatea de suprafaţă a forţei în stratul de discontinuitate S care separă două medii magnetice de permitivităţi μ_1 şi μ_2 — presupuse independente de cîmp (medii liniare) şi, pentru simplificarea scrierii, independente de starea de deformare a mediului — se poate calcula folosind, de exemplu, a doua teoremă generalizată (37), observînd că din cauza liniarităţii $W^* = W$ şi, deci :

$$[\mathrm{d}W^*]_{U_m} = [\mathrm{d}W]_{U_m} = \delta \mathfrak{L} . \quad (45)$$

Considerăm o porţiune ΔA a unei asemenea suprafeţe de separaţie S (fig. 3) şi o suprafaţă închisă Σ de forma unui cilindru drept cu baza ΔA şi înălţimea $h = x_1 + x_2$, care interceptează porţiunea ΔA. Fie $\overline{n} = \overline{u}_{12}$ versorul normalei la S dirijată de la primul spre al doilea mediu, O_x — o axă normală la S şi $\overline{t}$-densitatea de suprafaţă căutată.

Pentru a determina componenta normală t_n a lui $\overline{t}$ considerăm o deplasare δx după normală a porţiunii ΔA care ajunge în $\Delta A'$ — în timp ce punctele suprafeţei ataşate Σ rămîn fixe. Dacă notăm cu accent variabilele după efectuarea deplasării, condiţia $U_m = \mathrm{const.}$ aplicată, de

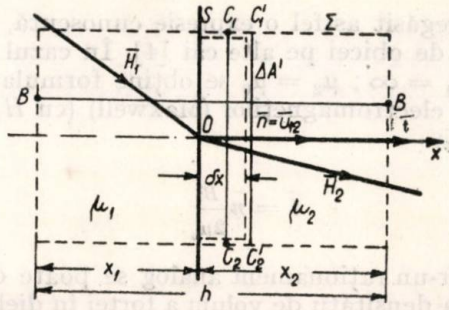


Fig. 3. Figură pentru calculul densităţii de forţă exercitată în stratul de separaţie a două materiale magnetice.

exemplu, curbelor ataşate B_1B_2 (care rămîn pe loc) şi C_1C_2 (care ajung în C_1', C_2') se scrie :

$$\left.\begin{aligned} H_{1n} x_1 + H_{2n} x_2 &= H'_{1n} (x_1 + \delta x) + H'_{2n} (x_2 - \delta x) \\ H_{2t} &= H'_{2t} \end{aligned}\right\} \quad (46)$$

(cu n am notat componente normale, cu t — componente tangenţiale).

Ţinînd seamă de conservarea componentelor normale ale inducţiei şi tangenţiale ale intensităţii, avem

$$\left.\begin{aligned} &B'_{1n} = B'_{2n} = B'_n\ ; \quad B_{1n} = B_{2n} = B_n\ ; \\ &B_n\left[\frac{x_1}{\mu_1} + \frac{x_2}{\mu_2}\right] = B'_n\left[\frac{x_1+\delta x}{\mu_1} + \frac{x_2-\delta x}{\mu_2}\right] \\ &H'_{it} = H'_{2t} = H_{1t} = H_{2t} = H_t \end{aligned}\right\} \quad (47)$$

Deoarece în acest caz $\delta\mathfrak{L} = \Delta A.\ t_n.\ \delta x$, teorema forţelor lagrangiene (45) se scrie :

$$\int_{V_\Sigma} \frac{\mu H'^2}{2}\,dv - \int_{V_\Sigma} \frac{\mu H^2}{2}\,dv = \Delta A\ .\ t_n.\ \delta x \quad (48)$$

sau explicit :

$$\Delta A\left[\frac{\mu_1}{2}(H'^2_{1n} + H'^2_{1t})(x_1 + \delta x) + \frac{\mu_2}{2}(H'^2_{2n} + H'^2_{2t})(x_2 - \delta x) - \frac{\mu_1}{2}(H^2_{1n} + H^2_{1t})\,x_1 - \frac{\mu_2}{2}(H^2_{2n} + H^2_{2t})\,x_2\right] = \Delta A.\ t_n.\ \delta x. \quad (49)$$

Folosind condiţiile de legătură (47) se obţine în cele din urmă :

$$t_n = \frac{\mu_1 - \mu_2}{2}\left[\frac{B_n^2}{\mu_1\,\mu_2} + H_t^2\right]. \quad (50)$$

Pentru a determina componenta tangenţială t_t considerăm o deplasare analogă tangenţială în care porţiune $\Delta A'$ lunecă în planul ei. Cum energia e în acest caz neschimbată rezultă $t_t = 0$ adică

$$\bar{t} = \bar{u}_{12}\frac{\mu_1 - \mu_2}{2}\left[\frac{B_n^2}{\mu_1\,\mu_2} + H_t^2\right]. \quad (51)$$

Am regăsit astfel o expresie cunoscută, determinată de obicei pe alte căi [4]. În cazul particular $\mu_1 = \infty$; $\mu_2 = \mu_0$ se obţine formula „portanţei" electromagneţilor (Maxwell) (cu $H_t = 0$; $\bar{u}_{12} = \bar{n}$) :

$$\bar{t} = \bar{n}\frac{B^2}{2\mu_0}. \quad (52)$$

Printr-un raţionament analog se poate deduce expresia densităţii de volum a forţei în dielectrici sau medii magnetice, sau expresia presiunii electrostatice.

5. Generalizarea dată mai sus teoremelor forţelor lagrangiene nu e totdeauna comodă în cîmpuri staţionare sau cvasistaţionare — cînd se poate evalua mai uşor energia întregului cîmp — şi pentru repartiţii pe fire şi pe suprafeţe ale sarcinilor şi curenţilor, deoarece condiţiile de legătură (27) şi (38) sînt prea severe. Se poate da atunci o formulare separată pentru cîmpul electrostatic şi pentru cîmpul magnetic, mai generală totuşi decît formularea obişnuită (6), (7), (12), (13). Volumul V_Σ cuprinde acum întregul cîmp la limitele căruia toate mărimile tind suficient de repede către zero.

In cîmpul electrostatic din (25) rezultă :

$$dW^e = \delta\mathfrak{L} = \int_V \bar{E}\,d_f\bar{D}\,dv \quad (53)$$

unde W^e e energia electrică a întregului cîmp. Punînd $\bar{E} = -\text{grad}\ V$, integrînd prin părţi, ţinînd seamă că integrala de suprafaţa se anulează şi folosind identitatea (v. anexa B) :

$$\text{div}\ (d_f\bar{D}) = d_v\,(\text{div}\ \bar{D}) = d_v\,\rho_v \quad (54)$$

rezultă :

$$dW^e + \delta\mathfrak{L} = \int_V V.d_v\,\rho_v\,dv = \int V.d\,(\delta q) \quad (55)$$

adică

$$dW^e = -\,\delta\mathfrak{L} \quad (56)$$

dacă în decursul variaţiei considerate sarcina adevărată a oricărui domeniu ataşat e constantă, adică dacă

$$d\,(\delta q) = 0. \quad (57)$$

Pe de altă parte din (36) rezultă :

$$dW^{*e} - \delta\mathfrak{L} = \int_V \bar{D}.d_f\,\bar{E}\,dv \quad (58)$$

unde W^{*e} e energia electrică complementară a întregului cîmp. Punînd $\bar{E} = -\,\text{grad}\ V$, integrînd prin părţi, ţinînd seamă că integrala de suprafaţă se anulează şi folosind identitatea (v. anexa C)

$$d_f\ (\text{grad}\ V) = \text{grad}\ d_s V \quad (59)$$

rezultă :

$$dW^{*e} - \delta\mathfrak{L} = \int_V \rho_v\,d_s V\,dv = \int_V \delta q.\ d_s V \quad (60)$$

adică

$$dW^{*e} = \delta\mathfrak{L} \quad (61)$$

dacă în decursul variaţiei considerate potenţialul fiecărui punct material în care există sarcină electrică rămîne constant, adică dacă

$$d_s V = 0 \quad \text{unde} \quad \delta q \neq 0. \quad (62)$$

In cîmpul magnetic staţionar, sau *cvasistaţionar* din (24) rezultă :

$$dW^m + \delta\mathfrak{L} = \int_V \bar{H}\,d_f\,\bar{B}\,dv \quad (63)$$

unde W^m e energia magnetică a întregului cîmp. Punînd $\bar{B} = \text{rot}\ \bar{A}$, integrînd prin părţi, ţinînd seamă că integrala de suprafaţă se anulează şi folosind identitatea (v. anexa D) :

$$d_f\,(\text{rot}\ \bar{A}) = \text{rot}\ d_f\,\bar{A} \quad (64)$$

unde $\bar{A}$ e potenţialul vector, rezultă (cu rot $\bar{H} = \bar{J}$) :

$$dW^m + \delta\mathfrak{L} = \int_V d_l \bar{A} \cdot \bar{J}\, dv = \int \delta i \cdot d_l \bar{A}\, d\bar{r} \quad (65)$$

adică

$$dW^m = -\delta\mathfrak{L} \quad (66)$$

dacă în decursul variaţiei considerate fluxul magnetic prin orice contur ataşat Γ în ale cărui puncte există curent electric rămîne constant, adică dacă

$$d\Phi_\Gamma = 0 \quad \text{unde } \delta i \neq 0 \quad (67)$$

(deoarece din $d_l \bar{A} = 0$ rezultă $d\int_\Gamma \bar{A}\, d\bar{r} = d\,\Phi_\Gamma = 0$).

Pe de altă parte din (35) rezultă

$$dW^{*m} - \delta\mathfrak{L} = \int_V \bar{B} \cdot d_l \bar{H}\, dv \quad (68)$$

unde W^{*m} e energia magnetică complementară a întregului cîmp. Punînd $\bar{B} = \text{rot}\, \bar{A}$, integrînd prin părţi, ţinînd seamă că integrala de suprafaţă se anulează şi folosind identitatea (v. anexa D)

$$\text{rot}\, d_l \bar{H} = d_l\, \text{rot}\, \bar{H} = d_l \bar{J} \quad (69)$$

rezultă

$$dW^{*m} - \delta\mathfrak{L} = \int \bar{A} \cdot d_l \bar{J}\, dv \quad (70)$$

adică

$$dW^{*m} = \delta\mathfrak{L} \quad (71)$$

dacă în decursul variaţiei considerate curentul electric prin orice contur ataşat rămîne constant, adică dacă

$$d\, i_\Gamma = 0 \quad (72)$$

(deoarece din $d_l \bar{J} = 0$ rezultă $d\int_{S_\Gamma} \bar{J} d\bar{A} = d\, i_\Gamma = 0$).

Concluzii

Teoremele forţelor lagrangiene se pot generaliza pentru distribuţii arbitrare de sarcini şi curenţi, pentru cîmpuri variabile în timp şi pentru medii neliniare (dar cu isterezis şi viscozitate electrică şi magnetică neglijabile).

Generalizarea dată conferă acestor teoreme o poziţie centrală în problema determinării acţiunilor ponderomotoare ale cîmpului electromagnetic, deoarece permite atît determinarea forţelor lagrangiene propriu-zise corespunzătoare unui număr finit de grade de libertate (care nu permit o localizare a acestor acţiuni) cît şi determinarea densităţilor locale ale forţelor, ceea ce corespunde unei localizări corecte, indispensabile în principiu calculului de rezistenţă al părţilor componente aparatelor şi maşinilor.

ANEXA A

Demonstrarea expresiei derivatei de integrală de volum a unui produs scalar

Dacă luăm în considerare expresiile explicite ale derivatelor de integrale de volum, de flux şi de integrale de linie [1].

$$\frac{d_v \varphi}{dt} = \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \text{div}\, (\bar{v} \cdot \varphi)$$

$$\frac{d_f \bar{A}}{dt} = \frac{\partial \bar{A}}{\partial t} + \bar{v} \cdot \text{div} \cdot \bar{A} + \text{rot}\, (\bar{A} \times \bar{v})$$

$$\frac{d_l \bar{A}}{dt} = \frac{\partial \bar{A}}{\partial t} - \bar{v} \times \text{rot}\, \bar{A} + \text{grad}\, (\bar{A} \cdot \bar{v})$$

avem

$$\frac{d_v (\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2)}{dt} = \bar{A}_1 \frac{\partial \bar{A}_2}{\partial t} + \bar{A}_2 \frac{\partial \bar{A}_1}{\partial t} + \text{div}\, [\bar{v} \cdot (\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2)] =$$

$$= \bar{A}_1 \frac{d_f \bar{A}_2}{dt} - \bar{A}_1 \bar{v} \cdot \text{div}\, \bar{A}_2 - \bar{A}_1\, \text{rot}\, (\bar{A}_2 \times \bar{v}) + \bar{A}_2 \frac{d_l \bar{A}_1}{dt} +$$

$$+ \bar{A}_2 (\bar{v} \times \text{rot}\, \bar{A}_1) - \bar{A}_2\, \text{grad}\, (\bar{A}_1 \cdot \bar{v}) + \text{div}\, [\bar{v} (\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2)].$$

Dar

$$\bar{A}_2 (\bar{v} \times \text{rot}\, \bar{A}_1) = (\bar{A}_2 \times \bar{v})\, \text{rot}\, \bar{A}_1$$

$$(\bar{A}_1 \times \bar{v}) \cdot \text{rot}\, \bar{A}_1 - \bar{A}_1 \cdot \text{rot}\, (\bar{A}_2 \times \bar{v}) = \text{div}\, [\bar{A}_1 \times (\bar{A}_2 \times \bar{v})];$$

$$\bar{A}_1 \bar{v} \cdot \text{div}\, \bar{A}_2 + \bar{A}_2\, \text{grad}\, (\bar{A}_1 \cdot \bar{v}) = \text{div}\, [\bar{A}_2 (\bar{A}_1 \bar{v})];$$

$$\bar{A}_1 \times (\bar{A}_2 \times \bar{v}) = \bar{A}_2 (\bar{A}_1 \bar{v}) - \bar{v} (\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2)$$

şi rezultă :

$$\frac{d_v (\bar{A}_1 \bar{A}_2)}{dt} = \bar{A}_1 \frac{d_f \bar{A}_2}{dt} + \bar{A}_2 \frac{d_l \bar{A}_1}{dt}$$

cum şi

$$\frac{d_v (\bar{A}_1 \bar{A}_2)}{dt} = \bar{A}_2 \frac{d_f \bar{A}_1}{dt} + \bar{A}_1 \frac{d_l \bar{A}_2}{dt}$$

deoarece produsul scalar e comutativ.

ANEXA B

Demonstrarea identităţii $\text{div} \frac{d_f \bar{A}}{dt} = \frac{d_v}{dt} \text{div}\, \bar{A}$

Avem :

$$\text{div} \frac{d_f \bar{A}}{dt} = \text{div} \left[\frac{\partial \bar{A}}{\partial t} + \bar{v} \cdot \text{div}\, \bar{A} + \text{rot}\, (\bar{A} \times \bar{v}) \right] =$$

$$= \frac{\partial}{\partial t} \text{div}\, \bar{A} + \text{div}\, (\bar{v} \cdot \text{div}\, \bar{A}) = \frac{d_v}{dt} \text{div}\, \bar{A},$$

deoarece derivata de integrală de volum a unui scalar φ e : $\frac{d_v \varphi}{dt} = \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \text{div}\, (\bar{v} \cdot \varphi)$.

ANEXA C

Demonstrarea identităţii : $\frac{d_l\, \text{grad}\, \varphi}{dt} = \text{grad} \frac{d_v \varphi}{dt}$

Avem :

$$\frac{d_l}{dt}\operatorname{grad}\varphi = \frac{\partial}{\partial t}\operatorname{grad}\varphi - \bar{v}\times\underbrace{\operatorname{rot}\operatorname{grad}\varphi}_{\equiv 0} + \operatorname{grad}(\bar{v}\operatorname{grad}\varphi) =$$

$$= \operatorname{grad}\left[\frac{\partial\varphi}{\partial t} + \bar{v}\operatorname{grad}\varphi\right] = \operatorname{grad}\frac{d_s\varphi}{dt}$$

deoarece derivata substanțială a unui scalar φ este

$$\frac{d_s\varphi}{dt} = \frac{\partial\varphi}{\partial t} + \bar{v}\operatorname{grad}\varphi.$$

ANEXA D

Demonstrarea identității : $\operatorname{rot}\frac{d_l\bar{A}}{dt} = \frac{d_l}{dt}\left[\operatorname{rot}\bar{A}\right]$.

Avem :

$$\operatorname{rot}\frac{d_l\bar{A}}{dt} = \operatorname{rot}\left[\frac{\partial\bar{A}}{\partial t} - \bar{v}\times\operatorname{rot}\bar{A} + \operatorname{grad}(\bar{A}\cdot\bar{v})\right] =$$

$$= \frac{\partial}{\partial t}\operatorname{rot}\bar{A} + \operatorname{rot}(\operatorname{rot}\bar{A}\times\bar{v})$$

iar

$$\frac{d_l}{dt}(\operatorname{rot}\bar{A}) = \frac{\partial}{\partial t}(\operatorname{rot}\bar{A}) + v.\underbrace{\operatorname{div}\operatorname{rot}\bar{A}}_{\equiv 0} + \operatorname{rot}(\operatorname{rot}\bar{A}\times\bar{v}).$$

Bibliografie

[1] *Rădulet R.* : Bazele teoretice ale electrotehnicii. vol. I și II. Institutul Politehnic București 1955 și 1954.
[2] *Babicov M. A.* : Aparate electrice. Ed. Energetică 1953
[3] *Rădulet R.* : Forțele generale în mașinile electrice. Bul. Științific al Institutului de Căi Ferate. București 1957.
[4] *Cohn E.* : Das elektromagnetische Feld. Springer, Berlin 1957
[5] *Durand E.* : Eléctrostatique et Magnétostatique. Masson, Paris. 1953.

Intrat în redacție la 13.II.1958

Dispozitiv pentru sincronizarea generatorului de impuls de tensiune cu oscilograful catodic

GHEORGHE HORTOPAN — București*)

Autoamorsarea generatorului de impuls de tensiune combinată cu folosirea cablului de întîrziere prezintă unele dezavantaje față de amorsarea prin comanda voită. În lucrare se descrie un dispozitiv de amorsare prin comandă voită realizat și experimentat de autor.

CZ 621.319.53 : 621.316.729

Generalități

Generatorul de impuls de tensiune se poate amorsa în două moduri : prin *autoamorsare* și prin *comandă voită*. Autoamorsarea se produce prin creșterea tensiunii aplicată condensatoarelor generatorului și prin producerea unui arc electric între eclatoarele primului etaj al generatorului, eclatoare reglate la o distanță puțin mai mică decît distanța celorlalte eclatoare. Pentru obținerea unei întîrzieri de ordinul 1 μs, între declanșarea oscilografului catodic, care servește la înregistrarea fenomenului și apariția fenomenului pe ecranul oscilografului se utilizează un cablu de întîrziere. Acesta este conectat la un capăt la divizorul de tensiune și la alt capăt la plăcile de fenomen ale oscilografului. În mod curent tensiunea de lucru a cablului este de cel mult 3 kV [1].

Folosirea autoamorsării generatorului de impuls de tensiune combinată cu folosirea cablului de întîrziere are următoarele neajunsuri : 1-deformații în ce privește forma undei înregistrate, datorită cablului de întîrziere ; 2-imposibilitatea de a exploata posibilitățile oscilografelor catodice moderne de a înregistra, fără divizor de tensiune, tensiuni pînă la 60 kV ; 3-imposibilitatea de a amorsa generatorul la momentul dorit de operator.

Rezultă că amorsarea generatorului de impuls prin comandă voită prezintă avantaje importante față de procedeul prin autoamorsare.

În lucrarea de față se indică dispozitivele de amorsare prin comandă voită, cunoscute din literatura de specialitate și se descrie un asemenea dispozitiv realizat de autor, într-o variantă proprie.

Principiu de funcționare

Amorsarea prin comandă voită este cunoscută în literatura tehnică sub forma cîtorva variante. L. Sirotinski [2 p. 452] descrie un dispozitiv de comandă al lui N. Pașin, prevăzut cu un eclator cu trei sfere. D. Graggs [3] descrie un dispozitiv al lui White, care folosește un tiratron pentru comanda primului etaj al generatorului, etaj prevăzut cu un eclator cu trei sfere. Întîrzierea apariției fenomenului pe ecranul oscilografului, față de declanșarea oscilografului este constituită de timpul propriu de ionizare a tiratronului. W. Herbert [4] descrie un dispozitiv prevăzut cu trei tiratroane și cu întîrziere variabilă, realizată cu ajutorul unui circuit *RC*. Amorsarea primului etaj al generatorului se realizează cu ajutorul unui electrod central, prevăzut la una

*) Ing. *Gh. Hortopan* este șeful secției curenți tari din Institutul de cercetări electrotehnice.

din sferele eclatorului. W. Böning [5] descrie un dispozitiv, prevăzut cu un cuplaj inductiv pentru amorsarea eclatorului central, care este similar cu cel descris de W. Herbert [4].

anodică se aplică brusc pe rezistența R_1. Tensiunea aplicată pe rezistența R_1 se transmite, ca impuls de tensiune pozitivă, prin condensatorul C_2 la tiratronul *Ti 2*. Prin stabilirea con-

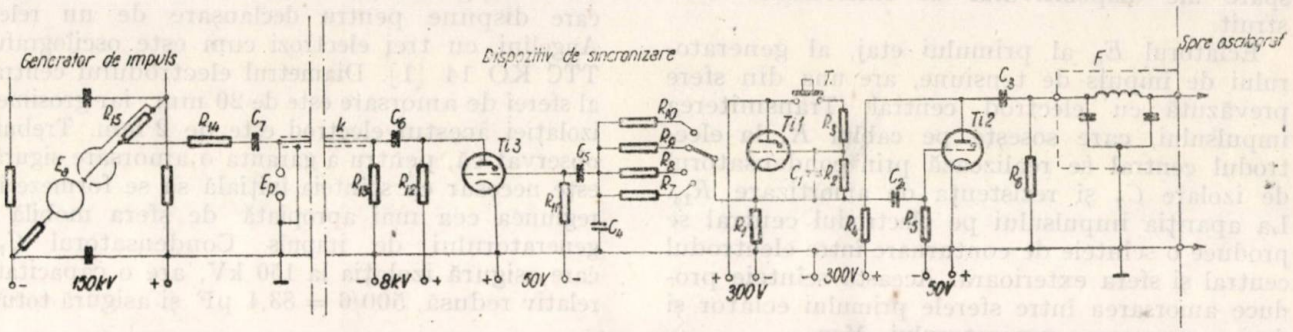
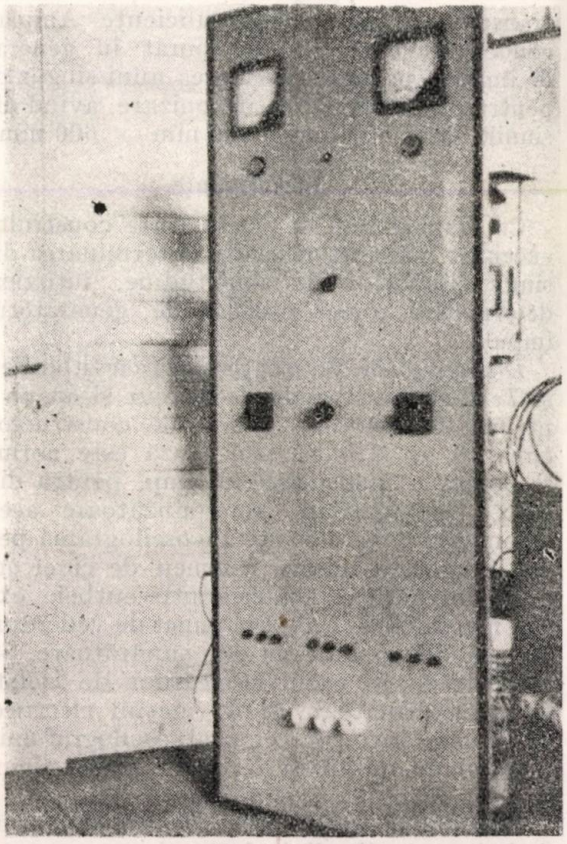


Fig. 1. Schema de principiu a dispozitivului. Pentru explicații a se vedea tabela 1.

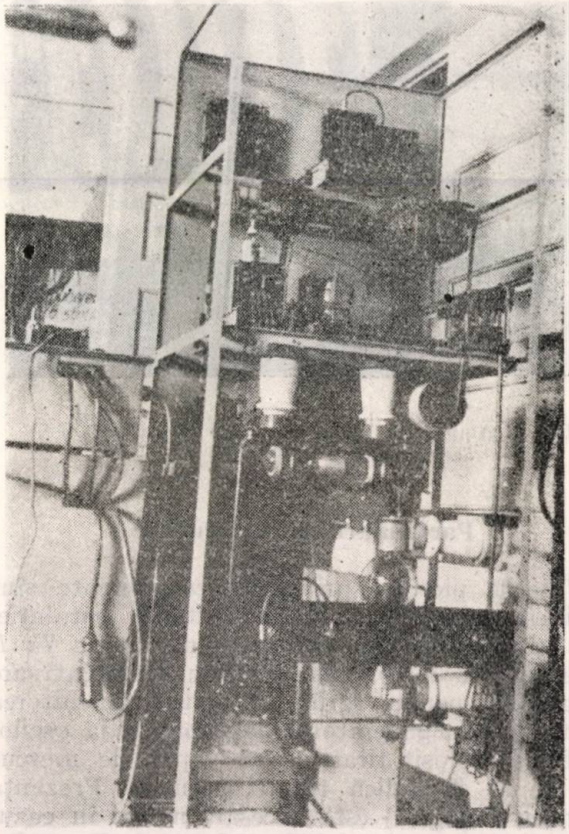
Dispozitivul realizat de autor a fost utilizat la comanda unui generator de impuls de 400 kV, care lucrează cu oscilograful TTC KO 14 [6]. De asemenea, a fost utilizat la comanda unui generator de impuls de 750 kV, care lucrează simultan cu două oscilografe VEI KO 20—2 [2, p. 468]. În cele ce urmează se descrie dispozitivul construit și rezultatele obținute.

Schema de principiu a dispozitivului este indicată în fig. 1. Principiul de funcționare este următorul: Prin închiderea butonului T, grila tiratronului *Ti 1* primește tensiune pozitivă, iar tiratronul conduce. Practic întreaga tensiune

ducției în tiratronul *Ti 2*, condensatorul C_3, încărcat în prealabil, se descarcă aperiodic pe rezistența R_6. Tensiunea obținută la bornele rezistenței R_6 este transmisă printr-un filtru F, de tăiere a frecvențelor foarte înalte, la dispozitivul de liberare a spotului din oscilograful catodic. Tensiunea aplicată pe rezistența R_1 se transmite, ca impuls de tensiune pozitivă, tiratronului de înaltă tensiune *Ti 3*, prin intermediul circuitului de întîrziere format din rezistențele R_7, R_8, R_9, R_{10} și condensatorul C_4. Condensatorul C_6 fiind în prealabil încărcat, se descarcă prin tiratronul *Ti 3*, pe rezistența R_{13}, la bornele



a)



b)

Fig. 2. Dispozitivul de sincronizare: *a* — vedere din față; *b* — vedere din spate.

căreia apare o tensiune de impuls. Această tensiune de impuls este transmisă printr-un cablu coaxial de televiziune la generatorul de impuls. În fig. 2 se indică vederile din față și spate ale dispozitivului de sincronizare construit.

Eclatorul E_a al primului etaj, al generatorului de impuls de tensiune, are una din sfere prevăzută cu electrod central. Transmiterea impulsului, care sosește pe cablul K, la electrodul central se realizează prin condensatorul de izolare C_7 și rezistența de amortizare R_{14}. La apariția impulsului pe electrodul central se produce o scînteie de conturnare între electrodul central și sfera exterioară. Această scînteie produce amorsarea între sferele primului eclator și deci, amorsarea generatorului. Menținerea la același potențial al eclatorului central și a sferei exterioare se realizează prin conectarea între piesele menționate a unei rezistențe R_{15} de valoare mare. În fig. 3 se arată amplasarea condensatorului de cuplaj și izolație C_8 și a eclatorului primului etaj E_a. Deoarece impulsul de amorsare al eclatorului E_a sosește cu o întîrziere față de impulsul de declanșare al oscilografului, este posibilă înregistrarea fenomenelor care au loc o singură dată, încă de la începutul lor.

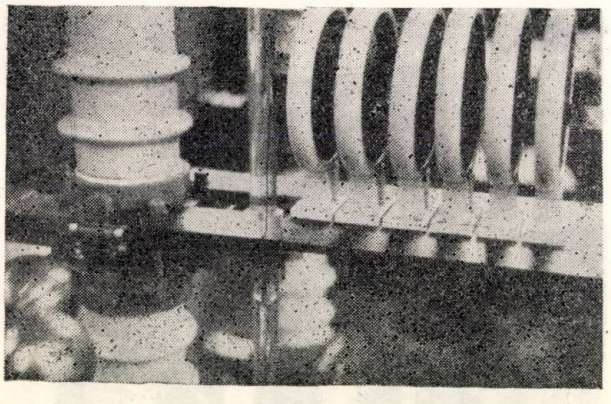


Fig. 3. Amplasarea condensatorului de cuplaj C_8 și a eclatorului primului etaj E_a.

Particularități constructive

Valorile pieselor principale componente sînt indicate tabela în 1. Particularitățile instalației sînt următoarele: Se folosește un tiratron *Ti 1*, care nu are nevoie de tensiune de negativare prealabilă pentru grilă. Pentru transmiterea comenzilor la generatorul de impuls și la osciloscraf s-au folosit tiratroni cu vapori de mercur (*Ti 2*, *Ti 3*) ,adică tuburi normale. Prezența filtrului F (fig. 1) este necesară numai în cazul folosirii oscilografului VEI KO 20—2. Pentru a putea executa înregistrări este necesar ca în acest caz, atît filtrul cît și conducta de legătură între filtru și oscilograf să fie ecranate. Experiența a arătat că acest filtru nu este necesar în cazul înregistrărilor realizate cu un oscilograf, care dispune pentru declanșare de un releu Angelini, cu trei electrozi cum este oscilograful TTC KO 14 [1]. Diametrul electrodului central al sferei de amorsare este de 20 mm, iar grosimea izolației acestui electrod este de 2 mm. Trebuie observat că, pentru a garanta o amorsare sigură, este necesar ca scînteia inițială să se formeze în regiunea cea mai apropiată de sfera mobilă a generatorului de impuls. Condensatorul C_7, care asigură izolația la 150 kV, are o capacitate relativ redusă, 500/6 = 83,4 pF și asigură totuși

Tabela 1

R_1 = 50 kΩ	R_9 = 120 Ω	C_1 = 10 000 pF		Ti_1	= *S* 0,8/2 *i* III DDR
R_2 = 100 kΩ	R_{10} = 160 Ω	C_2 = 10 000 pF		Ti_2	= *TQ* 2/3BBC
R_3 = 100 kΩ	R_{11} = 100 kΩ	C_3 = 2 μF		T_3	= *TQ*6 BBC
R_4 = 2 kΩ	R_{12} = 15 kΩ	C_4 = 0,1 μF		k	= cablu coaxial de televiziune
				T	= buton
				F	= filtru pentru frecvențe înalte
R_5 = 100 kΩ	R_{13} = 2 kΩ	C_5 = 10 000 pF		E_a	= eclatoarele primului etaj de 100 mm diametru
R_6 = 250 kΩ	R_{14} = 100 kΩ	C_6 = 1 μF			
R_7 = 40 Ω	R_{15} = 1,5 MΩ	C_7 = 500/6 pF		E_p	= eclatoarele de protecție de 10 mm diametru
R_8 = 80 Ω					

transmiterea unei energii suficiente. Amplasarea condensatorului C_7, incorporat în generatorul de impuls, permite executarea unui singur panou pentru dispozitivul de sincronizare, avînd dimensiunile de 1 800 mm × 800 mm × 600 mm.

Performanțe

Cu dispozitivul de sincronizare construit s-au executat măsurători pentru determinarea dispersiunii, limitelor de amplitudine, întîrzierii și deformației undei produsă de generatorul de impuls.

Dispersiunea. Se menționează că tuburile *Ti 2* și *Ti 3* sînt cu vapori de mercur și au un timp propriu de ionizare, indicat de constructor, de circa 10 μs. Din această cauză este normal să se obțină o dispersiune în timp, pentru diferite curbe oscilografiate, corespunzătoare aceluiași fenomen. În fig. 4 se arată o oscilogramă pe care s-a înregistrat același fenomen de cinci ori. Se poate constata că abaterea între curbele externe este mai mică de 1 μs. Din punct de vedere practic această dispersiune nu este supărătoare, pentru înregistrări, în cazul încercărilor de izolatoare, de transformatoare și de mașini electrice. În acest caz, întregul ecran al oscilografului este măturat de spotul de electroni într-un timp care variază între 5 μs și 100 μs.

Limitele de amplitudine. Pentru determinarea limitelor amplitudinii de tensiune, pentru care

generatorul de impuls lucrează singur, s-au înregistrat tensiunile maximă şi minimă reprezentate de curbele din fig. 5. Distanţa între eclatoare fiind oarecare, s-a încărcat bateria de condensa-

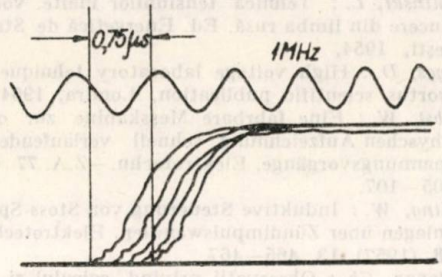


Fig. 4. Oscilograma pentru determinarea dispersiunii. Dispersiunea măsurată 0,75 μs.

toare a generatorului de impuls la tensiunea maximă, pentru care nu are loc autoamorsarea după un timp suficient de lung (5 minute) şi s-a obţinut curba *a*. Curba *b* s-a obţinut prin

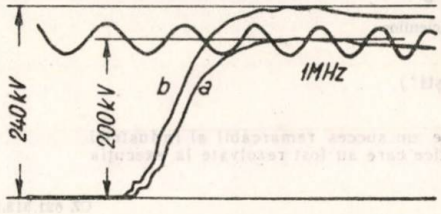


Fig. 5. Oscilograma pentru determinarea limitelor de amplitudine :
a — tensiunea minimă ; *b* — tensiunea maximă

păstrarea distanţei dintre eclatoare constantă şi încărcarea bateriei de condensatoare a generatorului de impuls la tensiunea minimă, la care se mai poate amorsa întreaga coloană de eclatoare a generatorului. Se menţionează că s-a obţinut amorsarea *numai a primului etaj al generatorului*, pentru valori ale tensiunii mai reduse decît cele indicate de curba *b*. Generatoarele experimentale au fost de 400 kV, respectiv de 750 kV. Din examinarea fig. 5 rezultă că tensiunile care se pot obţine prin comandă voită, pentru aceeaşi distanţă a eclatoarelor generatorului de impuls, diferă cu 20 % între ele. Această diferenţă este suficientă pentru comanda sigură a generatorului.

Intîrzierea. Circuitul de întîrziere *R C* format din rezistenţele R_7, R_8, R_9, R_{10} şi condensatorul C_4, permite obţinerea întîrzierii amorsării generatorului de impuls, faţă de declanşarea spotului la osciloscraf în limitele 1, 2 μs şi 10 μs, aşa cum s-a înregistrat pe oscilogramele din fig. 6 şi 7. Oscilogramele s-au ridicat pentru condiţiile normale de funcţionare, adică curba *a*, reprezintă curentul care se stabileşte între electrodul intern şi sfera exterioară, iar curba *b*, reprezintă tensiunea de deblocare a spoturilor oscilografului.

Deformaţia frontului undei. Faptul că durata scînteii între electrodul principal şi sfera exterioară durează circa 1 μs (fig. 6 şi 7), are o oarecare influenţă asupra frontului undei de impuls. Această influenţă poate fi redusă la minim dacă rezistenţa serie a generatorului de

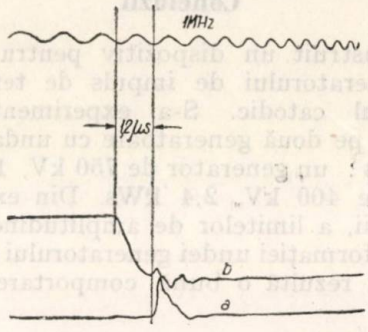


Fig. 6. Oscilograma pentru întîrzierea minimă de 1,2 μs :
a — curba curentului stabilit între electrodul intern şi sfera exterioară ; *b* — curba tensiunii de deblocare a spoturilor oscilografului.

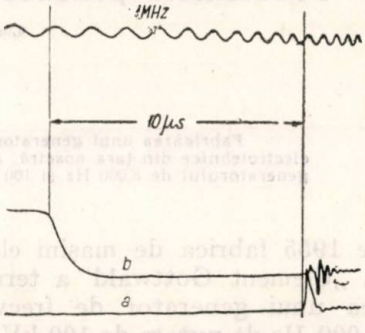


Fig. 7. Oscilograma pentru întîrzierea maximă de 10 μs :
a — curba curentului stabilit între electrodul intern şi sfera exterioară ; *b* — curba tensiunii de deblocare a spoturilor oscilografului

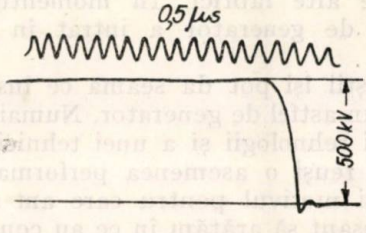


Fig. 8. Oscilograma frontului undei de impuls. Deformaţia este neperceptibilă.

impuls este bine repartizată în interiorul şi în exteriorul generatorului. Fig. 5 arată unda de impuls pentru repartiţia rezistenţei serie 1/2 în interiorul şi 1/2 în exteriorul generatorului de impuls, iar fig. 8 arată unda de impuls pentru repartiţia rezistenţei serie 2/3 în interiorul şi 1/3 în exteriorul generatorului de impuls. Prin interiorul generatorului se înţelege porţiunea generatorului cuprinsă între primul şi ultimul

eclator. Din fig. 8 rezultă că sistemul de amorsare al generatorului de impuls, practic nu influenţează forma undei de tensiune.

Concluzii

S-a construit un dispozitiv pentru sincronizarea generatorului de impuls de tensiune cu oscilograful catodic. S-a experimentat acest dispozitiv pe două generatoare cu unda normală de 1/50 μs : un generator de 750 kV, 11,75 kWs şi altul de 400 kV, 2,4 kWs. Din examinarea dispersiunii, a limitelor de amplitudine, a întîrzierii şi deformaţiei undei generatorului de impuls comandat, rezultă o bună comportare a dispozitivului.

Bibliografie

[1] *Angelini, A.* : Diviseurs de tension et cables retardateurs dans l'enregistrement oscillographique des phénomènes rapides transitoires. Bull. A.S.E. **32** (1941) 14, 305—315.

[2] *Sirotinski, L.* : Tehnica tensiunilor înalte. vol. I. Traducere din limba rusă. Ed. Energetică de Stat, Bucureşti, 1954,

[3] *Graggs, D.* : High voltage laboratory tehnique. Butterworths scientific publication, Londra, 1954, p. 144.

[4] *Herbst, W.* : Eine fahrbare Messkabine zur oscillographyschen Aufzeichnung schnell verlaufender Hochspannungsvorgänge. Elektrotechn.—Z.A. **77** (1956) 4, 105—107.

[5] *Böning, W.* : Induktive Steuerung von Stoss-Spannungsanlagen über Zündimpulswandler. Elektrotechn. Z—A **78** (1957) 13, 465—467.

[6] *Hortopan, Gh.* : Observaţii privind calculul şi comanda unui generator de impuls. Electrotehnica **5** (1957) 1, 13—18.

Intrat în redacţie la 5. III. 1958

Problemele practice la execuţia unui generator de 8000 Hz

Lucrare prezentată la Conferinţa Electricienilor

VICTOR BUNEA — Bucureşti*)

Fabricarea unui generator de frecvenţă ridicată constituie un succes remarcabil al industriei electrotehnice din ţara noastră. Autorul expune problemele practice care au fost rezolvate la execuţia generatorului de 8 000 Hz şi 100 kVA.

CZ 621.313.3—8.029.5

În iulie 1955 fabrica de maşini electrice din Bucureşti „Clement Gottwald" a terminat confecţionarea unui generator de frecvenţă ridicată de 8 000 Hz de putere de 100 kVA. Generatorul este şi astăzi în bună stare de funcţionare la uzinele „Steagul Roşu" din Or. Stalin. După acest prim succes, fabrica a mai confecţionat încă cîteva astfel de generatoare care se găsesc şi ele în perfectă stare de funcţionare la diferite alte fabrici. În momentul de faţă acest tip de generator a intrat în fabricaţie curentă.

Specialiştii îşi pot da seama ce înseamnă ca realizare un astfel de generator. Numai prin aplicarea unei tehnologii şi a unei tehnici avansate s-a putut reuşi o asemenea performanţă. Aceasta este şi motivul pentru care am socotit că este interesant să arătăm în ce au constat unele dintre greutăţile tehnice care au trebuit să fie învinse.

Proiectul propriu-zis a fost elaborat pe baza unui model de fabricaţie sovietică, care a dat satisfacţie deplină o perioadă de doi ani în plină funcţiune la Or. Stalin. O primă greutate care s-a pus a fost faptul că execuţia să se facă cu tolă silicioasă de transformator de 0,35 mm grosime în loc de tolă specială pentru astfel de maşini de 0,2 mm grosime. Din acest motiv a trebuit elaborat un calcul al acestei maşini din care să reiasă ce diferenţă putea să aducă o astfel de schimbare. Trebuie arătat că nu există în literatura tehnică de specialitate o metodă de calcul pentru predeterminarea caracteristicilor şi dimensiunilor unei maşini de acest tip. Prof. Obukhoff [1] dă o metodă valabilă pentru un alt tip de generator. Această metodă dă indicaţii pe baza unor ipoteze de calcul nedemonstrate teoretic şi aceasta numai pentru caracteristica de mers în gol.

Nu sînt studiate nici problema comportării generatorului în scurtcircuit şi nici funcţionarea lui în sarcină. Un alt autor Crasnoşapka [2] studiază numai tipul de generator numit cu fier rotitor, sau generator inductor, care se foloseşte pentru producerea de curenţi de frecvenţe cuprinse între 500 şi 1 500 Hz.

O serie de probleme legate de funcţionarea şi reglajul în sarcină a generatoarelor de frecvenţă ridicată, sînt tratate în [3].

Toate aceste lucrări nu tratează probleme de proiectare, de predeterminare de dimensiuni la astfel de generatoare şi nici nu dau formule de calcul.

În fig. 1 s-a reprezentat o secţiune printr-un astfel de generator de tipul cum s-a fabricat la noi şi care se numeşte „generator tip Guy". Maşina are bobinaje numai pe stator. În crestăturile mari notate *E* în fig. 1 se plasează bobinajul de curent continuu de excitaţie, iar în crestăturile mici notate cu *I* în fig. 1 — bobi-

*) *V. Bunea* este inginer la Fabrica de maşini electrice „Clement Gottwald" din Bucureşti

najul indus. Crestăturile bobinajului indus *I* sînt plasate la mijloc între crestăturile *E* cu bobinajul de excitaţie. Rotorul nu poartă nici un fel de bobinaje, ci o serie de dinţi şi de cres-

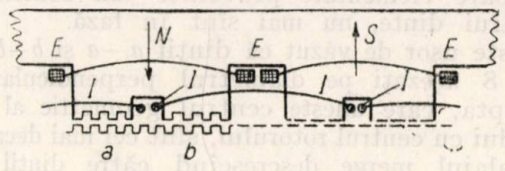


Fig. 1

tături mici, uniform repartizate pe toată periferia rotorului, în număr corespunzător formulei:

$$f = \frac{nz}{60},$$

unde f este frecvenţa, care se doreşte a se căpăta, z — numărul de dinţi rotor, iar n — numărul de rotaţii pe minut ale rotorului.

Pe stator, între crestăturile de excitaţie *E* şi cele de indus *I*, se găsesc, de asemenea, o serie de dinţi analogi cu cei de pe rotor şi avînd acelaşi pas dentar. Pe diferite sectoare adiacente ale statorului dinţarea este astfel făcută încît dacă pe sectorul *a* (fig. 1) dinţii stator şi rotor

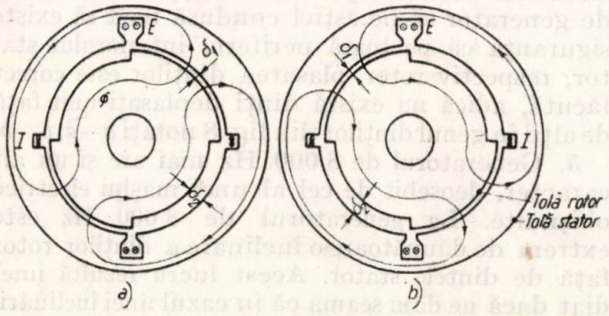


Fig. 2

stau faţă în faţă, pe sectoarele adiacente notate *b* (fig. 1) situate la dreapta şi la stînga sectorului *a*, dinţii stator sînt situaţi exact la mijlocul distanţei între dinţii rotor.

Dacă rotorul în rotaţia sa a parcurs o jumătate pas dentar, situaţia s-a inversat, dinţii din sectoarele *b* (fig. 1) stau în dreptul dinţilor rotor, în timp ce dinţii sectoarelor *a* (fig. 1) se găsesc, de data aceasta, în dreptul crestăturilor dintre dinţii rotorului. Cînd dinţii sînt situaţi faţă în faţă, permeanţa fluxului respectiv este maximă, iar cînd dinţii stator şi rotor sînt decalaţi cu jumătate de pas dentar, permeanţa este minimă. În poziţii intermediare, permeanţa are valori intermediare. Putem să asimilăm cele două permeanţe extreme, cu două valori de întrefier δ_1, δ_2 echivalente.

Principiul de funcţionare a maşinii reiese din fig. 2,*a* şi 2, *b*, unde pentru simplitate s-a arătat o maşină de acelaşi tip însă cu numai doi poli. Ca şi în fig. 1, în crestăturile mari *E* (fig. 2) s-a plasat bobinajul de excitaţie, iar în crestăturile mici *I* (fig. 2) s-a plasat bobinajul indus, producător al curenţilor de frecvenţă ridicată.

Generatorul are două situaţii extremale, corespunzătoare respectiv fig. 2, *a* şi 2, *b*.

În cazul fig. 2, *a* fluxul de excitaţie are o circulaţie principală, după cum este arătat în figură. După ce rotorul a parcurs jumătate pas dentar, generatorul se găseşte în situaţia arătată în fig. 2, *b*, iar circulaţia de flux este modificată faţă de situaţia din fig. 2, *a*. Se vede uşor că această modificare duce la inducerea tensiunii de frecvenţă ridicată în bobinajul indus.

În lipsa unei literaturi tehnice potrivite, studiul teoretic şi elaborarea unui sistem de calcul pentru această maşină a trebuit deci să fie făcut pe noi baze originale. S-a pornit de la studiul cîmpurilor în fier şi întrefier care au fost trasate prin metoda Lehman. În fig. 3 s-a arătat spectrul cîmpului atunci cînd dinţii rotor şi stator sînt situaţi faţă în faţă iar în fig. 4, atunci cînd dinţii rotor sînt decalaţi cu jumătate de pas dentar faţă de dinţii respectivi ai statorului. Studiul a început, deci, prin calcularea permeanţelor în cele două situaţii extremale. Nu se va repeta aici acest studiu, deoarece iese din cadrul acestui articol. Ceea ce este de reţinut este faptul că, cel puţin în cazul maşinii noastre, funcţionarea maşinii este cu atît mai avantajoasă, cu cît avem o diferenţă mai mare între cele două spectre, respectiv între cele două permeanţe extremale. S-au găsit astfel legile principale, a căror respectare puteau asigura funcţionarea perfectă a generatorului, chiar în condiţiile folosirii unei tole de 0,35 mm grosime în loc de 0,2 mm grosime.

În prezenta lucrare vom reda, bineînţeles, numai problemele care se deosebesc de regulile obişnuite pentru maşini electrice normale.

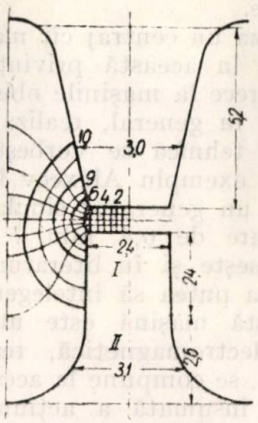


Fig. 3

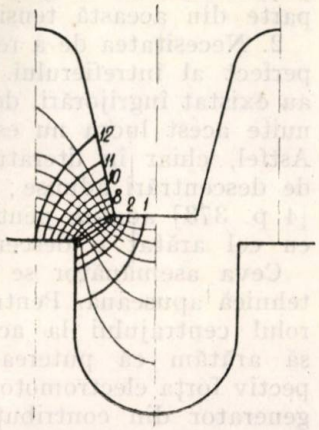


Fig. 4

Aceste legi principale, a căror respectare au asigurat fabricarea în bune condiţii a generatorului de 8 000 Hz, sînt în număr de 5, şi anume:

1. Necesitatea ca să se poată realiza o maşină electrică de un diametru al rotorului de circa

700 mm, cu un întrefier numai de 0,7 mm, la turaţia de 1 500 rot/min, fără nici o prelucrare ulterioară de aşchiere, polizare etc. Reamintim că în practica fabricaţiei de maşini electrice avem adesea atingeri între rotor şi stator, chiar la

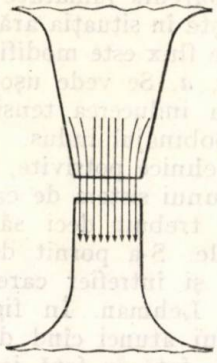


Fig. 5

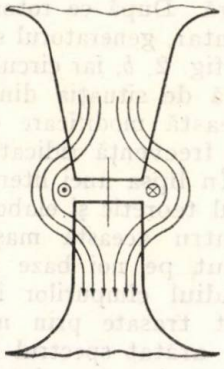


Fig. 6

maşini cu diametre mult mai mici, de puteri mai mici, de turaţie mai mică, cu întrefier mai mare şi chiar după o prelucrare prealabilă a suprafeţelor care se pot atinge.

În fig. 5 se vede cum circulă fluxul în maşini, atunci cînd tolele nu au nici o prelucrare. Dacă intervine o prelucrare tolele prezintă la suprafaţă scurtcircuite şi ne găsim în situaţia din fig. 6. Circulaţia de flux are alt aspect conform legii Lenz. La o maşină obişnuită acest lucru nu are o importanţă prea mare şi se traduce în circuitul primar prin mărirea curentului magnetizant. Spre deosebire de aceasta, în cazul nostru, generatorul nu mai dă tensiune la borne, respectiv putere electromagnetică, sau în cazul cel mai fericit, cînd aceste scurtcircuite sînt puţin importante, generatorul va da numai o parte din această tensiune.

2. Necesitatea de a realiza un centraj cît mai perfect al întrefierului. Şi în această privinţă au existat îngrijorări, deoarece la maşinile obişnuite acest lucru nu este, în general, realizat. Astfel, chiar în literatura tehnică se vorbeşte de descentrări admise ; de exemplu Alexeev în [4 p. 373] admite pentru un generator similar cu cel arătat o descentrare de 0,4 mm.

Ceva asemănător se găseşte şi în literatura tehnică apuseană. Pentru a putea să înţelegem rolul centrajului la această maşină este util să arătăm că puterea electromagnetică, respectiv forţa electromotoare, se compune la acest generator din contribuţia însumată a acţiunii fiecărui dinte din rotor. Să examinăm cazul din fig. 7 şi 8, care reprezintă aspectul generatorului centrat, respectiv descentrat. Pentru simplicitate s-a considerat că întregul sistem rotor-stator este format din dinţi faţă în faţă în loc de porţiuni alternate cu dinţi faţă de goluri. Este uşor de văzut în cazul fig. 7 cînd exista un centraj perfect, forţele electromotoare elementare produse de fiecare dinte din stator, respectiv rotor, sînt în fază şi, deci, valorile lor se însumează aritmetic.

În cazul fig. 8 cînd statorul şi rotorul au poziţii excentrice unul faţă de altul, forţele electromotoare elementare provenite din contribuţia fiecărui dinte, nu mai sînt în fază.

Este uşor de văzut că dinţii $a-a$ şi $b-b$ din fig. 8 aşezaţi pe diametrul perpendicular pe dreapta, care uneşte centrul geometric al statorului cu centrul rotorului, sînt cei mai decalaţi. Decalajul merge descrescînd către dinţii din diametrul centrelor. Valorile forţelor electromotoare elementare provenite din contribuţia fiecărui dinte se vor însuma geometric, lucru care duce la o pierdere de tensiune cu atît mai mare cu cît distanţa între dinţi este mai mică şi cu cît excentricitatea este mai mare.

3. Legat de problema centrării se poate deduce şi toleranţa admisibilă a exactităţii rotunjirii suprafeţelor rotor, respectiv stator. Considerînd că valoarea neregularităţilor nu poate depăşi 50% din valoarea întrefierului rezultă că atît statorul cît şi rotorul trebuie executat la *o toleranţă de maximum* 0,215% *fără nici o operaţie de aşchiere.*

4. Pentru a nu avea decalaje între forţele electromotoare elementare provocate de faptul că dinţii statorului şi ai rotorului nu lucrează simultan este necesar ca execuţia unui astfel de generator să fie astfel condusă încît să existe siguranţa că pe toată periferia interiorului stator, respectiv rotor, plasarea dinţilor este corect făcută, adică nu există dinţi deplasaţi unii faţă de alţii în genul dinţilor din fig. 8 notaţi $a-a, b-b$.

5. Generatorul de 8 000 Hz mai are şi un alt caracter, deosebit de cel al unei maşini electrice obişnuite. La generatorul de 8 000 Hz este extrem de dăunătoare o înclinare a dinţilor rotor faţă de dintele stator. Acest lucru rezultă imediat dacă ne dăm seama că în cazul unei înclinări, forţele electromotoare elementare provenite din elementele de suprafaţă situate de-a lungul unui

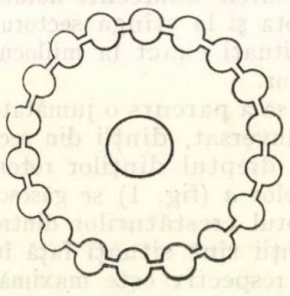


Fig. 7

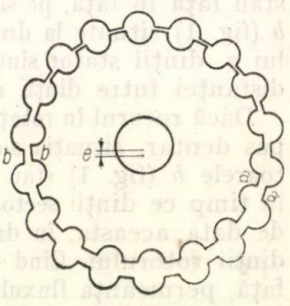


Fig. 8

dinte nu mai sînt în fază. Se poate calcula că pierderea de tensiune datorită acestor înclinări este :

$$p\% = 100\left(1 - \frac{\sin \alpha}{\text{arc sin } \alpha}\right)$$

în care : α este unghiul electric de înclinare $= \pi \frac{d}{t_z}$;

t_z — pasul dentar ;

d — decalajul maxim dintre dintele statorului şi al rotorului.

La generatorul la care s-a executat o înclinare a dinţilor de cca. 1°, duce la anularea totală a tensiunii.

Este necesar, deci, ca tehnologia şi execuţia să fie astfel conduse încît să asigure paralelismul dintre dintele stator şi rotor cu o precizie suficientă.

Se vede din cele de mai sus, ca de altfel şi din studiul teoretic, că din punctul de vedere al producerii puterii electromagnetice generatorul este aproape insensibil la faptul că este executat cu tablă de 0,2 mm sau cu 0,35 mm grosime. Pentru a predetermina pierderile mărite în tabla de 0,35 mm s-a trasat prin metoda Lehman cîmpul magnetic în chiar fierul statorului, respectiv rotorului. În acest fel s-au putut determina inducţiile şi pierderile şi s-a dedus astfel că generatorul cu tabla de 0,35 mm grosime are la 650 V pierderile de la 750 V ale celui executat cu tabla de 0,2 mm grosime.

*

Rezumînd cele arătate pînă aici înseamnă că pentru ca generatorul de 8 000 Hz să dea putere electromagnetică este indispensabil ca :

— interiorul statorului şi exteriorul rotorului să nu sufere nici un fel de prelucrare ;

— centrajul rotorului faţă de al statorului să fie cît mai perfect ;

— poziţia relativă a dinţilor stator şi rotor, respectiv a crestăturilor stator faţă de dinţii rotor să fie asigurată cu stricteţe, în mod identic pe toată periferia rotorului respectiv a statorului ;

— dinţii statorului să fie paraleli cu dinţii rotorului.

Punctele de mai sus au fost atinse printr-o serie de dispozitive potrivite, dispoziţii constructive special alese, metode de execuţie speciale şi puncte de control bine studiate.

— Dispozitivul cel mai important a fost dispozitivul de împachetare şi metoda de împachetare. Interiorul statorului s-a strunjit ceva mai mare cu circa 0,3 mm decît era necesar şi *tot în interiorul statorului s-a introdus dispozitivul de împachetare.* Acesta avea aspectul din fig. 9. Dispozitivul era construit din plăci de oţel, clădite în forma cărămizilor unei clădiri şi formînd un cilindru perfect strunjit exterior la diametrul interior al statorului. Interiorul cilindrului era suficient de mare pentru a intra un om, respectiv cel care împacheta tolele stator. Statorul era construit din sectoare de tole executate la matriţe bloc. Pe interiorul cilindrului de împachetat erau plasate nişte pene ca cele notate *a, b* în fig. 9. Distribuirea penelor era executată la maşina de coordonate cu o precizie sub 0,01 mm. Pentru fiecare sector de tolă stator erau prevăzute cîte două pene. Este deci uşor de văzut că poziţia dinţilor stator este asigurată în mod ideal prin aceste pene, cu precizia amintită. Aşezarea sectoarelor de tole era astfel asigurată. Faptul că tolele sînt presate către cilindru de către cel care împachetează, asigură condiţia că interiorul statorului este perfect rotund cu aceeaşi precizie ca şi dispozitivul de împachetare şi fără necesitatea de a se mai prelucra ulterior interiorul pachetului de tole stator.

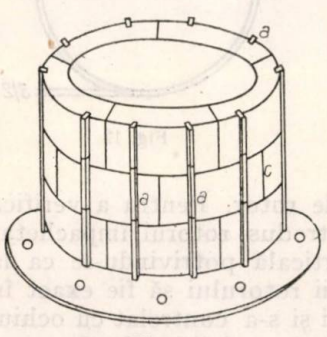


Fig. 9

Sistemul dispozitivului de a fi clădit gen cărămidă, permite pe de o parte ca înălţarea dispozitivului să se facă progresiv cu a pachetului de tole, iar pe de altă parte, scoaterea dispozitivului din pachetul de tole gata, să se facă fără pericol de a se deteriora izolaţia dintre tole înlăturînd scurtcircuitele dintre tole şi consecinţele acestora arătate la pct. 1. Scoaterea dispozitivului se face pe porţiuni, scoţîndu-se pe rînd fiecare aşa-zisă cărămidă (ca în fig. 9). Rezultatele aplicării pe teren a acestui sistem, au dovedit justeţea acestui punct de vedere. După împachetarea şi scoaterea dispozitivului pachetul de tole stator a corespuns întrutotul necesităţilor.

Acest dispozitiv şi sistemul respectiv de împachetare au asigurat deci : rotunjirea interiorului statorului, distribuţia exactă a dinţilor şi a golurilor şi evitarea prelucrării acestuia în interior. În schimb, însă, nu este asigurată coincidenţa axului pachetului stator cu al carcasei stator. Nu s-au descris aici alte detalii ale sistemului de împachetare, ca sistemul de fixare al dornului în interiorul carcasei stator, sistemul de presare succesivă a pachetului stator etc. deoarece acestea nu reprezintă ceva deosebit şi pot fi uşor imaginate.

— Pachetul rotor era alcătuit din tole unice şi nu din sectoare ca statorul. Pentru a se asigura şi acestui pachet condiţiile necesare, similare cu ale statorului, s-a procedat astfel :

În primul rînd s-a căutat să se evite execuţia unei matriţe bloc pentru întreaga tolă rotor. Crestăturile s-au decupat cu o matriţă care ştanţa *o singură crestătură.* Simultan cu aceasta se decupa şi o porţiune de diametru. Diametrul exterior exact al rotorului şi crestăturile ieşeau, deci, simultan. Pentru ca tola rotor să nu sufere deformaţii în timpul antrenării ei în maşina de ştanţat crestături, tola era aşezată pe un taler de diametrul maxim posibil fiind plasată centric pe *diametrul butucului.* În felul acesta între punctul de ştanţat şi punctul care antrena a rămas o distanţă mică de tablă liberă, sub care nu se mai putea merge şi care s-a dovedit că nu a dat deformaţii apreciabile.

Ceea ce este şi mai important este faptul că pentru orice eventualitate în punctul de ştanţat

s-a creat un post de control şi un *dispozitiv de controlat tolele rotor*. Fiecare tolă trecea prin acest dispozitiv, care elimina pe cele rele. Comparaţia se face cu o primă tolă care servea drept etalon. Practica a dovedit cît de corectă a fost această metodă. Foarte des ea arăta că ştanţarea nu mai decurge în ordine, tolele nu se mai potriveau perfect. Stanţarea era oprită şi maşina de ştanţat era pusă la punct.

Cu tolele găsite bune s-a procedat la împachetarea rotorului. După împachetare s-a dovedit că pachetul a reuşit perfect, iar rotorul pus pe strung la verificat a arătat o bătaie, respectiv o excentricitate de circa 0,05 mm. În aceste condiţii, deci, s-a putut evita şi prelucrarea exteriorului pachetului de tole rotor.

— După cum s-a arătat mai sus, problema centrării rotorului respectiv a montajului centric a reprezentat, de asemenea, o chestiune extrem de importantă pentru funcţionarea maşinii. Dacă se mai ţine seamă şi de faptul că, aşa cum s-a amintit, axul carcasei stator nu se mai potrivea cu axul pachetului de tole stator, ne putem da seama că problema centrării a devenit şi mai grea. Acest lucru s-a putut totuşi realiza prin măsuri constructive, care în acelaşi timp au diferenţiat şi maşina faţă de generatorul sovietic de model. *Spre deosebire de generatorul sovietic* care avea trei rulmenţi şi anume doi rulmenţi oscilanţi şi unul fix pe bile, generatorul nostru are *numai doi rulmenţi oscilanţi*. În felul aceste se putea concepe din punct de vedere fizic un centraj, chiar în ipoteza că axul carcasei nu coincide cu axul pachetului de tole.

În fig. 10 s-a reprezentat posibilitatea fizică de a monta centric cele două pachete stator şi rotor, chiar dacă axul tolelor este deviat faţă de axul carcasei. Dacă se examinează atent fig. 10, se observă uşor că centrajul corect va putea fi sigur dacă scuturile vor fi prevăzute cu praguri de centraj, după cum există la orice altă maşină electrică normală. Într-adevăr, cele două axe fiind înclinate unul faţă de altul, în dreptul rulmentului va exista între ele o distanţă notată *e* în fig. 10, cu atît mai mare cu cît înclinaţia dintre cele două axe va fi mai importantă. Scutul din dreapta va trebui deplasat în sus, respectiv cel din stînga în jos, cu distanţa *e*. Dacă acestea ar avea praguri, această deplasare nu ar fi posibilă. Din acest motiv, scuturile generatorului nostru *nu au practicat praguri de centrare*, spre deosebire de maşinile normale. Centrarea şi respectiv fixarea este însă asigurată cu cîte 4 *prizoane cilindrice* de circa 18 mm diametru. Justeţea punctului de vedere la generatorul nostru s-a dovedit în exploatare. Rulmenţii plasaţi au fost rulmenţi Steagul Roşu, fabricaţi în ţară. Al doilea rînd de rulmenţi au împlinit pînă azi peste 5 000 ore de perfectă funcţionare, cu toată temerea care a existat din partea tuturor, respectiv a beneficiarului, că rulmenţii se vor deteriora după 200—400 ore.

Afară de măsurile constructive, care s-au luat şi care s-au arătat mai sus, este extrem de important să se descrie metoda de centraj şi montaj, care a asigurat aceasta. Sistemul de

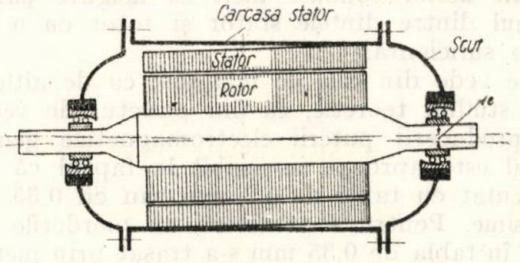


Fig. 10

centraj trebuie orientat după axul pachetului de tole stator. Procedeul adoptat a fost următorul:

S-a introdus rotorul în stator, acesta fiind aşezat pe partea de jos a pachetului de tole stator ca în fig. 11 şi s-a măsurat întrefierul dublu notat cu *s* în fig. 11. S-au pus adaosuri din benzi de tablă potrivite, însumînd grosimea *s*/2 între stator şi rotor la partea inferioară, apoi s-au plasat aceleaşi benzi şi la părţile laterale ca în fig. 12. În felul acesta rotorul s-a înţepenit în stator în mod perfect centric cu pachetul de tole stator. După această operaţie s-au montat scuturile, fără praguri, s-au strîns acestea cu buloanele respective de strîngere şi întregul ansamblu a fost pus apoi la maşina universală de găurit, unde s-au dat găurile pentru prizoanele cilindrice, care au înţepenit definitiv rotorul şi ansamblul în această poziţie finală. Aplicarea în practică a acestei metode s-a dovedit justă, rezultatele obţinute întrecînd aşteptările.

— Înfine, problema cea mai grea şi care a produs îngrijorare a fost problema paralelismului

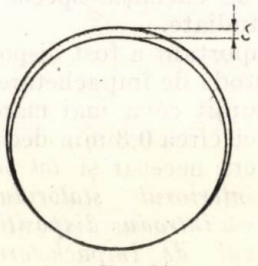


Fig. 11

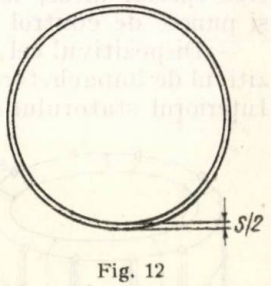


Fig. 12

dintre stator şi dintele rotor. Pentru a verifica acest paralelism s-a introdus rotorul împachetat în stator în stare verticală potrivindu-se ca la partea inferioară dinţii rotorului să fie exact în faţa dinţilor statorului şi s-a controlat cu ochiul şi prin măsurători acest paralelism, după ce s-a introdus la partea inferioară un bec puternic. Verificarea s-a dovedit a fi foarte bună şi s-a putut constata care era deplasarea dintelui stator faţă de cel rotor. S-a constatat că într-adevăr există o diferenţă de circa 1 mm, care putea duce la o pierdere de tensiune de circa 3 %.

S-au luat măsuri potrivite care permit pe viitor ca să nu mai existe deplasări unghiulare între dinţi. Fără a intra aici în amănunte, amintim că acest lucru s-a putut realiza prin coordonarea execuţiei direcţiei penelor din fig. 9 cu pana axului rotor.

Rezultatele practice ale aplicării tuturor metodelor şi a dispozitivelor arătate au întrecut aşteptările. Întrefierul generatorului a fost de 0,7 mm la partea inferioară şi superioară şi de cîte 0,5 mm la părţile laterale. Generatorul a funcţionat perfect. Tensiunea în gol la care s-a ajuns a depăşit 800 V, ceea ce a întrecut toate aşteptările. Totodată probele au corespuns calculului. De asemenea rezultatele foarte bune din exploatare unde primul grup are pînă acum un timp de funcţionare de peste 5 000 ore, confirmă faptul că ideile, calculele teoretice, construcţia, tehnologia şi execuţia au corespuns şi au reuşit să pună în picioare una dintre cele mai pretenţioase maşini electrice.

Bibliografie

[1] *Obukhoff N. M.* : Calculul maşinilor de înaltă şi medie frecvenţă. Archiv. f. Elektrotechnik 25 (1931) 5,299.314

[2] *Crasnoşapka M. M.* : Alternatoare cu fier rotitor pentru frecvenţă ridicată. Ed. Academiei U.R.S.S. Moscova 1948.

[3] *Jeferin R. P.* : Generatoare pentru încălzire prin înaltă frecvenţă. Maşghiz, Moscova-Leningrad 1954.

[4] *Alexeev A. E.* : Construcţia maşinilor electrice (traducere din limba rusă) Ed. Tehnică Bucureşti 1951.

Intrat în redacţie la 7. II. 1958

Note

Intreruptoare rapide şi întreruptoare normale

CZ 621.316.57

Aparatajul de conexiune şi manevră, care intervine să schimbe în mod brusc situaţia dintr-o instalaţie electrică, şi anume trecerea de la un regim la altul, are de suportat solicitări dinamice importante, în funcţie de curentul care intervine în cazul respectiv.

Din analiza care urmează vor rezulta cazurile cînd întreruptoarele normale corespund scopului, cum şi cazurile cînd este necesară utilizarea de aparataj special.

La curentul alternativ fenomenul de întrerupere este mult ajutat de trecerea prin valoarea zero a curentului. Dacă în momentul cînd are loc depărtarea contactelor, valoarea curentului este diferită de zero, atunci ia naştere un arc electric prin care el continuă să treacă pînă în momentul cînd valoarea lui trece prin zero. La tensiune joasă acest arc se stinge în acest moment, iar în cazul tensiunii mai înalte el se poate reaprinde, dacă spaţiul de arc nu este dezionizat suficient de repede. Pentru a se împiedica reaprinderea, sau mai bine zis pentru a se obţine stingerea definitivă, trebuie ca arcul electric să fie strangulat de o substanţă izolantă ca ulei, apă sau aer comprimat. În cazul curentului continuu nemai avînd loc trecerea prin valoarea zero, strangularea arcului electric nu mai poate fi făcută pe această cale. Aici stingerea arcului nu se poate obţine decît prin îndepărtarea cît mai rapidă a contactelor şi printr-un suflaj magnetic puternic.

Pe măsură ce cresc curenţii de întrerupt, cresc şi dimensiunile contactelor, iar în legătură cu acestea şi masele în mişcare. Rezultă de aici că întreruptoarele pentru intensităţi mari vor necesita mai mult timp pentru efectuarea unei întreruperi decît acelea pentru intensităţi mai mici.

Timpul de acţionare a unui întreruptor automat se compune din două părţi [1]:

a) timpul de la darea comenzii şi pînă la începerea depărtării contactelor;

b) timpul de la începerea depărtării contactelor şi pînă la stingerea arcului electric.

Deoarece durata de întrerupere a unui întreruptor automat, fie el chiar normal, este de ordinul sutimilor de secundă, ea se măsoară, în general, cu ajutorul oscilografelor, aparate care au trecut din laboratorul de cercetări în bancurile de încercare ale fabricilor.

De exemplu, din oscilogramele ridicate în laboratorul fabricii „Elektroschaltgeräte Dresden" [1], pe care le redăm în fig. 1, rezultă că la un întreruptor automat de 1 700 A, durata stingerii arcului este de 0,02 s, în timp ce la un întreruptor automat de 700 A, durata stingerii arcului este de 0,009 s.

Tot din fig. 1 mai rezultă că timpul care trece din momentul cînd se dă comanda pentru efectuarea întreruperii şi pînă în momentul îndepărtării contactelor este mai mic la întreruptorul mai mare, decît acelaşi timp corespunzător întreruptorului mai mic. Cu toate acestea, durata totală a efectuării întreruperii este de 0,044 s pentru întreruptorul de 700 A şi de 0,049 s pentru întreruptorul mai mare.

Încă o constatare interesantă ce se poate face din oscilograma fig. 1 este că în cazul întreruptorului de 700 A stingerea arcului are loc în timp mai scurt decît durata unei semiperioade (la 50 Hz 1/100 s), în timp ce la un curent de 1 700 A stingerea arcului se face aproximativ în timpul unei

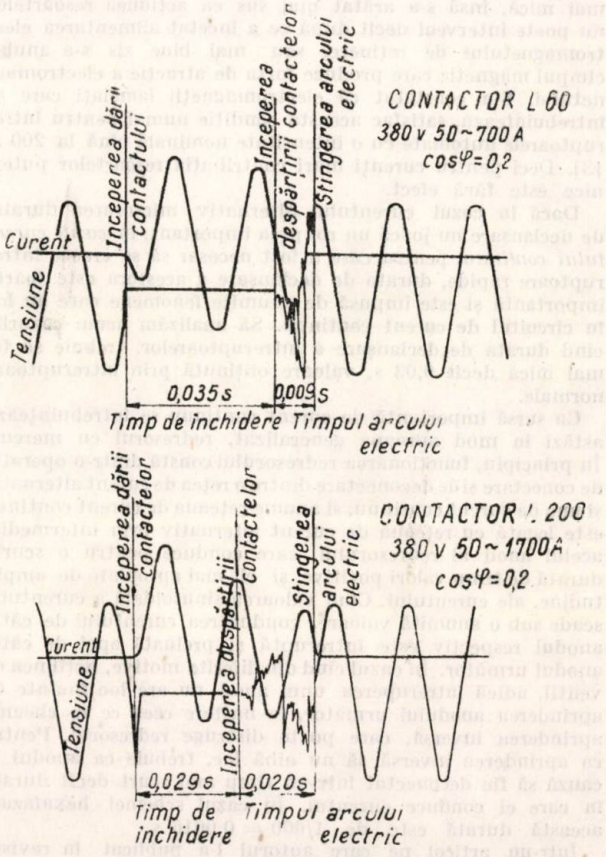


Fig. 1. Oscilograma procesului de întrerupere pentru un întreruptor automat.

perioade, adică după trecerea prin zero a curentului, are loc o reaprindere a arcului, iar stingerea completă a acestuia nu are loc decît după ce contactele au realizat o depărtare suficientă.

Întreruperea completă a curentului în timpul menţionat mai sus se realizează numai cu întreruptoare automate de

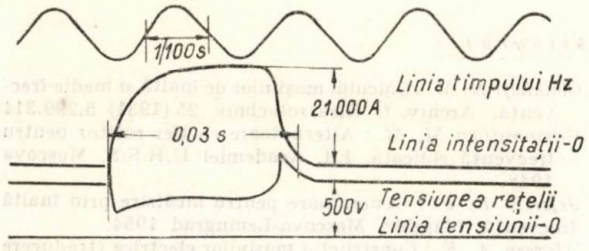


Fig. 2. Oscilograma procesului de întrerupere la un întreruptor automat normal.

tipul contactor, adică numai cu acele întreruptoare la care menţinerea închisă a contactelor se obţine prin electromagneţi alimentaţi în mod permanent, iar declanşarea intervine prin acţionarea unor resoarte sau prin greutatea proprie în momentul întreruperii alimentării electromagneţilor.

Tipul de întreruptoare automate care menţine anclanşarea printr-un sistem mecanic de zăvorîre, au o durată de declanşare de ordinul 0,1—0,25 s. Din oscilograma de la fig. 2 rezultă că unele întreruptore normale, care se construiesc astăzi, au o durată de întrerupere de 0,03 s [2].

Este uşor de înţeles că prin utilizarea de resoarte foarte puternice se caută să se obţină o durată de declanşare cît mai mică, însă s-a arătat mai sus că acţiunea resoartelor nu poate interveni decît după ce a încetat alimentarea electromagnetului de reţinere, sau mai bine zis s-a anulat cîmpul magnetic care produce forţa de atracţie a electromagnetului. S-a constatat că electromagneţii lamelaţi care se întrebuinţează, satisfac această condiţie numai pentru întreruptoarele automate cu o intensitate nominală pînă la 200 A [3]. Deci pentru curenţi mari contribuţia resoartelor puternice este fără efect.

Dacă în cazul curentului alternativ micşorarea duratei de declanşare nu joacă un rol prea important, în *cazul curentului continuu*, pentru care a fost necesar să se creeze întreruptoare rapide, durata de declanşare a acestora este foarte importantă şi este impusă de anumite fenomene care au loc în circuitul de curent continuu. Să analizăm acum cazurile cînd durata de declanşare a întreruptoarelor. trebuie să fie mai mică decît 0,03 s, valoare obţinută prin întreruptoare normale.

Ca sursă importantă de curent continuu se întrebuinţează astăzi în mod aproape generalizat, redresorul cu mercur. În principiu, funcţionarea redresorului constă dintr-o operaţie de conectare şi de deconectare dintre o reţea de curent alternativ şi una de curent continuu, şi anume reţeaua de curent continuu este legată cu reţeaua de curent alternativ prin intermediul acelui anod al redresorului, care conduce pentru o scurtă durată de timp valori pozitive, şi cît mai apropiate de amplitudine, ale curentului. Cînd valoarea sinusoidală a curentului scade sub o anumită valoare, conducerea curentului de către anodul respectiv este întreruptă şi preluată apoi de către anodul următor. În cazul cînd din diferite motive, acţiunea de ventil, adică întreruperea unui anod nu are loc înainte de aprinderea anodului următor, ia naştere ceea ce se cheamă aprinderea inversă, care poate distruge redresorul. Pentru ca aprinderea inversă să nu aibă loc, trebuie ca anodul în cauză să fie deconectat într-un timp mai scurt decît durata în care el conduce curentul. În cazul schemei hexafazate această durată este de $1/600 = 0{,}0016$ s.

Într-un articol pe care autorul l-a publicat în revista „Energetica" [4] s-a arătat că schema dublu trifazată cu bobină de adsorbţie, prezintă acelaşi avantaj din punctul de vedere al armonicelor superioare ca şi schema hexafazată însă dimensiunile transformatorului care alimentează redresorul sînt mult mai mici. La această schemă durata de întrerupere necesară pentru împiedicarea aprinderii inverse este de $1/300 = 0{,}00333$ s. Pentru obţinerea unei astfel de durate de întrerupere se construiesc întreruptoarele rapide pentru curent continuu. Pentru obţinerea vitezei de declanşare necesare se întrebuinţează trei procedee, şi anume [3]:

1) demagnetizarea magnetului de reţinere prin conducerea fluxului pe un drum de scăpări ale magnetului;

2) compensarea variaţiei inductivităţii bobinei de reţinere printr-o bobină de inducţie sau printr-un transformator;

3) desfacerea unui cuplaj cu lamele printr-un magnet.

Fabricatul sovietic tip VAB 2 [5] cum şi majoritatea fabricatelor europene întrebuinţează procedeul 1. Întreruptorul rapid tip VAB—2 este mult mai uşor decît fabricatele străine similare, iar rezultatele obţinute şi în reţelele de tramvaie de la noi din ţară, au fost cît se poate de bune. Acest întreruptor rapid apare în mod curent în toate instalaţiile de redresoare şi, deoarece în ultimul timp avem în funcţiune şi în curs de montaj foarte multe redresoare de fabricaţie sovietică echipate cu acest tip de întreruptor rapid, vom reda mai jos schemele de principiu ale acestor instalaţii, deoarece din aceste scheme rezultă particularităţile şi rolul pe care îl îndeplinesc.

Redresoarele sovietice cele mai răspîndite sînt de tipul RMNV—500 × 6 şi RMNV — 500 × 12.

Din schema din fig. 3 rezultă că redresoarele sînt de tipul monoanodic, tip caracterizat îndeosebi prin îngreuiarea posibilităţilor de aprindere inversă. Din acest motiv întrerup

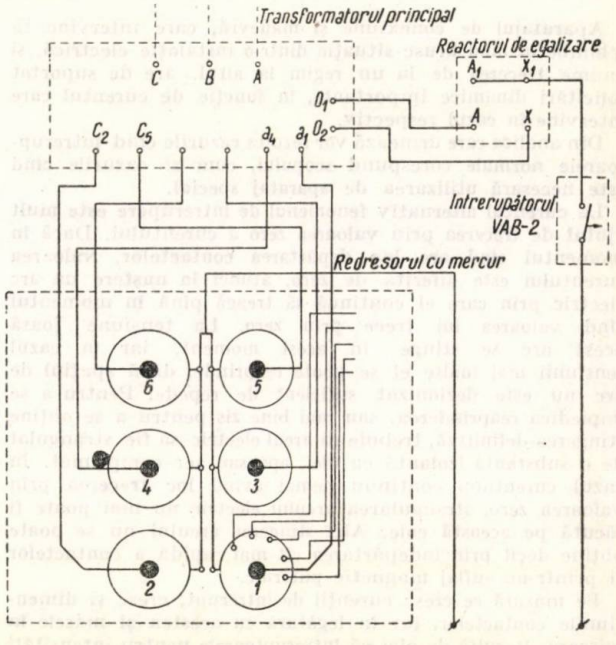


Fig. 3. Protecţia redresoarelor monoanodice.

torul rapid VAB—2 nu apare decît ca întreruptor de protecţie pe partea de curent continuu [6].

Pentru curenţi mai mari, şi anume de 5 000 A la 750 V, industria sovietică leagă cîte doi anozi în paralel, în care caz posibilitatea aprinderii inverse este mai uşurată, astfel că la acest redresor se conectează, după cum se arată în fig. 4, cîte un întreruptor rapid pentru fiecare cuplu de doi anozi legaţi în paralel.

O altă întrebuinţare a întreruptorului rapid este să împiedice formarea unui arc electric între două rînduri de perii, de polaritate diferită, la maşinile de curent continuu, arc care poartă denumirea de foc la colector şi care ia naştere, de obicei, la suprasarcină, prin ivirea arcului în momentul cînd o lamelă a colectorului părăseşte peria, arc pe care apoi ea îl întinde şi îl duce pînă la peria următoare.

Prin măsurători efectuate în laboratorul fabricilor AEG [7] la un generator, s-a găsit că în timp ce unei lamele de colector îi trebuia 13 ms ca să ajungă sub peria următoare, formarea arcului între cele două perii se făcea în 20 ms. Lucrarea recomandă, deci, ca drept durată a formării focului

la colector să se considere dublul duratei pentru ca o lamelă să ajungă de la o perie la următoarea.

Pe baza celor expuse mai sus și cu ajutorul unor calcule foarte simple, se poate determina în mod precis cînd se

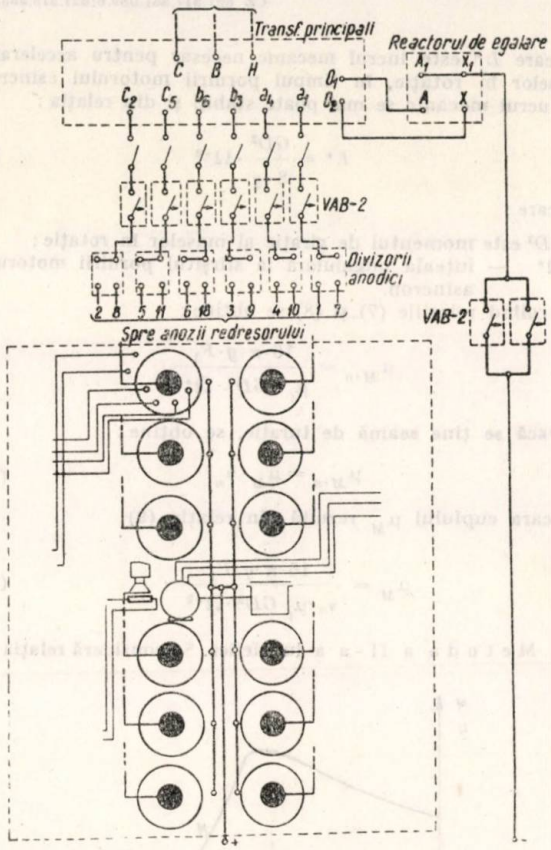


Fig. 4. Protecția redresoarelor de curenți intenși.

întrebuințează un întreruptor normal și cînd unul rapid.

Se va analiza, deci, cazul unui motor de tramvai de 46 kW la 500 V și 700 rot/min, motor care are un colector de 330 mm diametru. Motorul fiind echipat cu 4 perii, rezultă că distanța dintre perii va fi : $\frac{3,14}{4} . 0,330 = 0,26$ m.

Viteza periferică a colectorului la 700 rot/min va fi :

$$\frac{3,14 . 0,33 . 700}{60} = 12 \text{ m/s}.$$

Motorul fiind cu caracteristica serie, el poate atinge turația de 1 800 rot/min, în care caz viteza periferică va fi de 31 m/s.

Rezultă că timpul necesar unei lamele ca să treacă de sub o perie sub următoarea va fi : 0,26/31 = 0,0085 s, iar timpul necesar formării arcului între cele două perii va fi : 0,0085 × × 2 = 0,017 s.

Din această cifră rezultă că pentru întreruptorul de protecție a motorului de tramvai, întreruptor care se află pe platforma din față a vagonului, se cere o durată de întrerupere de circa două ori mai mică decît durata de întrerupere a întreruptoarelor normale. Această viteză de întrerupere se poate obține prin resoarte puternice, dacă intensitatea curentului care intervine este sub 200 A. Pentru două motoare la un vagon această condiție este îndeplinită și din acest motiv întreruptorul de protecție a vagonului de tramvai este un întreruptor normal, însă cu viteză de declanșare mărită corespunzătoare condițiilor arătate mai sus.

Se analizează acum cazul unui întreruptor al unui grup Ilgner pentru laminor cu următoarele date :

Puterea $P = 2\,400$ kW

număr poli : 2 $p = 12$

Turația $n = 593$ rot/min $U_n = 600$ V

Diametrul colectorului $d_c = 900$ mm

Distanța dintre două perii $d_p = \frac{3,14 . 0,9}{12} = 0,235$ m

Viteza periferică a colectorului $v_0 = \frac{3,14 . 0,9 . 593}{60} = 29$ m/s

Durata întinderii arcului între perii $t = \frac{2 . 0,235}{29} = 0,0163$ s.

Întreruptoarele rapide fabricate de industria sovietică, adică acelea de tipul VAB—2, au ca durată de întrerupere 0,0015—0,005 s, deci o valoare suficient de depărtată de aceea găsită ca necesară pentru mașina laminorului. S-ar putea, ca durata de declanșare să fie obținută și cu un întreruptor normal și, deci, fără să mai fie nevoie de o investiție specială. În acest caz este recomandabil să se determine durata de declanșare a întreruptorului normal, operație ce se poate executa în laboratorul Institutului de energetică al Academiei R.P.R. care posedă aparatajul necesar unor astfel de măsurători.

În foarte multe cazuri întreruptoarele normale se găsesc ca rezervă în magaziile întreprinderilor, putîndu-se chiar întîmpla ca aceste întreruptoare să fie folosite imediat cu același rezultat ca și unul rapid, fără să mai fie nevoie de o investiție inutilă, ci numai de o colaborare cu institutul menționat mai sus.

Ing. **Anghel Vasilescu**

Bibliografie

[1] Prospectul „Luftschütze" Elektroschaltgärete Dresden Werk 6.
[2] *Kyser H.* : Elektrische Kraftübertragung. ed. 3 Springer Berlin, **3/2** (1940) 242.
[3] *Rziha* und *Seidener* : Starkstromtechnik ed. 7 Ernst Sohn, Berlin, **1** (1930) 853.
[4] *Vasilescu A.* : Influența redresoarelor cu mercur asupra rețelelor electrice, Energetica, **2** (1954) 7—8,
[5] Prospectul sovietic BAV—2 nr. 2412.
[6] AEG Hilfsbuch ed. IV Girardet, Essen, (1942) 413.
[7] *Cohn A.* : Zeitlupenstudien an Luftschaltern und an einem Gleichstrom-Generator bei Kollektorrundfeuer. AEG-Mitt. **10** (1930) 2, 139.

Intrat în redacție la 11. VI. 1957

Contribuții privind etalonarea oscilogramelor obținute la ridicarea experimentală a caracteristicii cuplului la motoarele asincrone cu rotorul în scurtcircuit

CZ 621.317.351.089.6:621.313.333.2/4.

1. Metode de etalonare a oscilogramelor

a) O metodă simplă de etalonare se bazează pe *cunoșterea unei ordonate în curbele cuplului* $M = f_1(t)$ și *turației* $n = f_2(t)$. Pentru curba $M = f_1(t)$ este comod să se determine cuplul de pornire M_p, iar pentru curba $n = f_2(t)$ turația n^*, de la sfîrșitul pornirii motorului asincron (fig. 1).

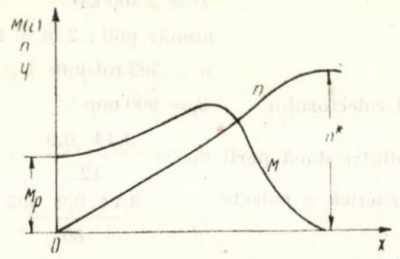


Fig. 1. Forma curbelor $M = f_1(t)$ și $n = f_2(t)$.

În acest caz, eroarea de etalonare depinde numai de precizia cu care se cunosc cele două ordonate.

b) *Metodele lui Heiles.* α Metoda Ia lui Heiles. Lucrul mecanic L, pentru accelerarea maselor în mișcarea de rotație se determină din relația [2]:

$$L = \int M \cdot d\alpha \tag{1}$$

în care M este cuplul motor, iar α — unghiul făcut de rotorul mașinii de la începutul pornirii.

Deoarece

$$\alpha = 2\pi N \tag{2}$$

în care N este numărul de ture, relația (1) devine:

$$L = 2\pi \int M \cdot dN \tag{3}$$

Introducînd în relația (3) turația n, se obține:

$$L = 2\pi \int M \cdot n \cdot dt \tag{4}$$

Din curbele $M = f_1(t)$ și $n = f_2(t)$ se construiește curba $M \cdot n = f_3(t)$ (fig. 2).

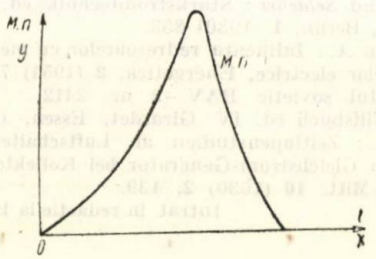


Fig. 2. Forma curbei $M \cdot n = f_3(t)$.

Scările sînt definite de relațiile:

$$y = \mu_{M \cdot n} \cdot M \cdot n \tag{5}$$

$$x = \mu_t \cdot t \tag{6}$$

Notînd cu F_1 suprafața închisă de curba $M \cdot n = f_3(t)$ și abscisă, relația (4) devine:

$$L^* = \frac{2\pi F_1}{\mu_{M \cdot n} \mu_t} \tag{7}$$

în care L^* este lucrul mecanic necesar pentru accelerarea maselor în rotație, în timpul pornirii motorului asincron.

Lucrul mecanic se mai poate stabili și din relația:

$$L^* = \frac{GD^2}{8 \cdot g} \cdot \Omega^{*2} \tag{8}$$

în care:

GD^2 este momentul de girație al maselor în rotație;

Ω^* — iuțeala unghiulară la sfîrșitul pornirii motorului asincron.

Egalînd relațiile (7) și (8) se obține:

$$\mu_{M \cdot n} = \frac{16 \cdot \pi \cdot g \cdot F_1}{\mu_t \cdot GD^2 \cdot \Omega^{*2}}. \tag{9}$$

Dacă se ține seamă de turație, se obține:

$$\mu_{M \cdot n} = \mu_M \cdot \nu_n. \tag{10}$$

Scara cuplului μ_M rezultă din relația (9)

$$\mu_M = \frac{16 \cdot \pi \cdot g \cdot F_1}{\nu_n \cdot \mu_t \cdot GD^2 \cdot \Omega^{*2}}. \tag{11}$$

β. Metoda a II-a a lui Heiles. Se consideră relația (3)

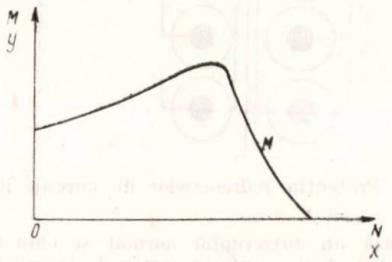


Fig. 3. Forma curbei $M = f_5(N)$.

în care se introduc scările pentru cuplu și numărul de ture, definite de relațiile:

$$y = \mu_M \cdot M \tag{12}$$

$$x = \mu_N \cdot N. \tag{13}$$

Dacă se ridică curba $N = f_4(t)$, atunci se poate construi curba $M = f_5(N)$ (fig. 3). Notînd cu F_2 suprafața închisă de curba $M = f_5(N)$ și abscisă, relația (3) devine:

$$L^* = \frac{2\pi \cdot F_2}{\mu_M \cdot \mu_N}. \tag{14}$$

Egalînd relațiile (8) și (14) se obține:

$$\mu_M = \frac{16 \cdot \pi \cdot g \cdot F_2}{\mu_N \cdot GD^2 \cdot \Omega^{*2}}. \tag{15}$$

c) *O nouă metodă de etalonare.* În cele ce urmează ne vom referi la metoda de ridicare a curbei cuplului după Ytterberg [1]. În ipoteza că se cunoaște sensibilitatea buclelor oscilografului, din oscilograma ridicată (fig. 1), se poate determina în orice moment valoarea curentului i, de încărcare a condensatorului de derivare C, avem:

$$i = \frac{y}{\mu_i} \tag{16}$$

în care :

μ_i este sensibilitatea buclei ;
y — ordonata din oscilogramă.

Legătura între curentul i şi cuplul M se obţine aplicînd relaţia [1] :

$$M = \frac{GD^2 \cdot i}{375 \cdot C \cdot K}. \tag{17}$$

Din relaţia (17) se deduce scara cuplului μ_M :

$$\mu_M = \frac{375 \cdot \mu_i \cdot C \cdot K}{GD^2} \tag{18}$$

Deoarece :

$$K = \frac{u^*}{n^*}. \tag{19}$$

Avem :

$$\mu_M = \frac{375 \cdot \mu_i \cdot C \cdot u^*}{GD^2 \cdot n^*} \tag{20}$$

în care n^* este turaţia la sfîrşitul pornirii iar u^* — tensiunea la bornele generatorului tahometric la sfîrşitul pornirii.

Dacă nu se cunoaşte sensibilitatea buclelor oscilografului, se pot introduce unele simplificări pentru determinarea factorului $\mu_i \cdot C \cdot u^*$ din relaţia (20). Ţinînd seamă de relaţiile (6) şi (16) se obţine :

$$\mu_i \cdot C \cdot u^* = \frac{F_3}{\mu_t} \tag{21}$$

Relaţia (20) devine :

$$\mu_M = \frac{375 \cdot F_3}{GD^2 \cdot \mu_t \cdot n^*} \tag{22}$$

în care : F_3 este aria închisă de curba $M = f_1(t)$ şi abscisă (fig. 1). Metodele lui Heiles de etalonare a oscilogramelor, implică construcţii grafice, care fac ca operaţia de etalonare să fie destul de complicată. Metoda propusă este tot atît de exactă, în schimb este foarte simplă şi nu necesită construcţii grafice.

II. Rezultate experimentale

Se etalonează oscilograma ridicată, experimental (fig. 4) la un motor asincron cu bare înalte, avînd următoarele date : 380/220 V, 10 kW, 2 $p = 6$.

Ridicarea experimentală a oscilogramei prezentate s-a făcut pe baza metodei propusă într-o lucrare anterioară [1] (fig. 5).

La turaţia de $n^* = 839$ rot/min, pierderile mecanice ale generatorului tahometric sînt de circa 60 W, iar tensiunea $u^* = 35$ V. Rezistenţa indusului generatorului tahometric este de 50 Ω. Momentul de giraţie total al maselor în mişcarea de rotaţie este de 14 kgm². Oscilograma din fig. 4 s-a obţinut folosind un circuit de filtrare cu următoarele date : $r = 50\Omega$, $L = 2$ H, $C_f = 2\,000$ μF şi o capacitate de derivare $C = 1\,000$ μF. În oscilograma prezentată scara de timp corespunde frecvenţei de 42 Hz. Etalonarea oscilogramei se face aplicînd metodele lui Heiles şi metoda propusă.

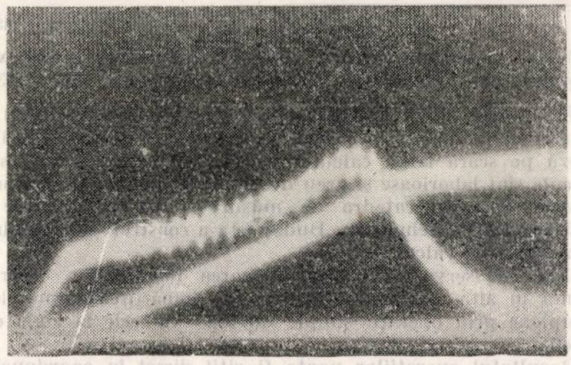


Fig. 4. Oscilograma curbelor $M = f_1(t)$ şi $n = f_2(t)$.

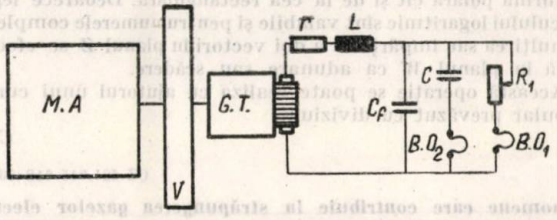


Fig. 5. Schema experimentală adoptată [1].

Valorile ce intervin în relaţiile (11), (15) şi (22) sînt date în tabela 1.

Tabela 1

Metoda de etalonare	F mm²	μ_t mm/s	μ_N mm/rot	ν_n 1/rot/s	GD^2 kgm²	Ω^{*2} s²	n^* rot/min	μ_M mm/kgm
Metoda propusă . . .	870	24,3	—	—	14	—	839	1,142
Metoda I Heiles . .	9 100	24,3	—	1,465	14	7 710	—	1,165
Metoda a II-a Heiles . .	760	—	3	—	14	7 710	—	1,154

Se remarcă o concordanţă între rezultatele obţinute la etalonarea oscilogramei prin cele trei metode.

Ing. **I. Şora**

Bibliografie

[1] Şora I. : *Determinarea pe cale experimentală a caracteristicii cuplului, la motoarele asincrone cu rotorul în scurtcircuit*, Electrotehnica, **5** (1957) 12, 424 — 428

[2] Heiles F. : *Verfahren zur unmittelbaren Aufnahme des Drehmoments als Funktion der Zeit oder der Drehzahl*, A. d. El. I., **4** Berlin, 1925.

Intrat în redacţie la 28. IX. 1957

Referate

Electrotehnică generală

CZ 511.24:681.143.3

Cilindru logaritmic pentru calculul mărimilor complexe. [După Electrotechnika Budapest **49** (1956) 5, 139—243].

În electrotehnică — la construirea diagramelor de lucru a mașinilor, la calculul dipolilor, la calcul operațional se utilizează pe scară largă calculul cu numere complexe. Aceste calcule sînt laborioase și greu de efectuat. În scopul ușurării acestor operații, catedra de măsuri și mașini electrice a Institutului Politehnic din Budapesta a construit un cilindru logaritmic de calcul.

Cilindrul servește la transformarea funcțiunilor dintr-o formă în alta și face înmulțirea sau împărțirea numerelor complexe prin operații simple analoge cu cele la rigla de calcul.

Rezultatul operațiilor poate fi citit direct în coordonate polare sau rectangulare — deoarece la construirea rețelei de coordonate a cilindrului de calcul se reprezintă planul Z cu ajutorul transformatei conforme $W = \ln Z$ pornind atît de la forma polară cît și de la cea rectangulară. Deoarece legile calculului logaritmic sînt valabile și pentru numerele complexe, înmulțirea sau împărțirea a doi vectori în planul Z se efectuează în planul W ca adunare sau scădere.

Această operație se poate realiza cu ajutorul unui cursor tubular prevăzut cu diviziuni.

C. A.

CZ 621.315.618:537.52

Fenomene care contribuie la străpungerea gazelor electronegative în cîmpuri electrice uniforme și neuniforme. [După Proc. Inst. electr. Engrs. Part. A. **104** (1957) 14, 139—142].

Rigiditățile dielectrice mari ale unor gaze și curbele lor caracteristice tensiune de străpungere-presiune neobișnuite, în cîmpuri neuniforme intense în jurul electrodului pozitiv, puse în evidență într-un studiu experimental anterior, se atribuie, în cazul moleculelor conținînd atomi de carbon sau sulf și de halogeni, formării de ioni negativi prin recombinări directe sau disociative (în acest din urmă caz, electronul se atașează halogenului). Notîndu-se cu η un coeficient global de recombinare se arată, în baza datelor din literatura de specialitate și pornind de la relația lui Townsend pentru calculul curentului printr-un gaz simplu, că descărcarea poate deveni autonomă pentru gazele electronegative numai dacă intensitatea E a cîmpului duce la relația :

$$\alpha = \eta$$

în care α este cifra de ionizare definită în mod clasic.

Determinări experimentale ale diferiților cercetători, inclusiv autorul, confirmă această relație pentru cîmpuri uniforme sau aproape uniforme, stabile în aer, diflorodiclorometan și hexaflorură de sulf.

Pentru cîmpurile neuniforme, din curba caracteristică experimentală tipică tensiune de străpungere-presiune și tensiune de apariție a efectului corona-presiune pentru compușii în discuție, se observă că toate aceste gaze au o presiune critică p_c la care și peste care începutul fenomenului corona și străpungerea coincid ; la o presiune mai joasă decît aceasta, tensiunea de străpungere este maximă.

Se compară într-o tabelă valorile raportului E/p_c determinate experimental pentru hexaflorura de sulf, difluorodiclorometanul, tetrafluorura de carbon, trifluorodiclorometanul și aer, de diferiți cercetători cu valorile E/p pentru $\alpha = \eta$ calculate, și se observă unele coincidențe destul de bune, în special pentru intervalele iradiate . Pentru primele trei gaze se dau curbele caracteristice practice și teoretice.

Teoria prezentată permite să se explice de ce pentru un electrod pozitiv ascuțit și la presiuni mai mari decît presiunea critică p_c, tensiunea de străpungere crește foarte încet cu distanța dintre electrozi, apoi de ce tensiunea de străpungere de impuls este mai mică decît cea statică la presiuni mai mici decît presiunea critică și, în fine, justifică alura curbei caracteristice pentru presiuni mai mari decît p_m.

S. M.

Mașini și transformatoare electrice

CZ 621.316.7.077.2:621.313.333.025.2

Criterii de stabilitate pentru funcționarea servomotorului asincron bifazat. [După *E. I. Slepușkin* : Avtomatika i Telemehanica, **17** (1956) 11, 1020—1028].

Articolul studiază condițiile de funcționare stabilă a servomotorului asincron bifazat, folosit în sistemele automate

Se consideră cazul general de asimetrie și se tratează două cazuri distincte : comanda prin variația tensiunii unei faze și comanda prin variația defazajului dintre tensiunile aplicate celor două faze.

Criteriul de stabilitate se exprimă în funcție de anumiți parametri generalizați ai mașinii. Articolul conține și unele date experimentale, care verifică calculele teoretice efectuate.

Gh. R. I

CZ 621.314.222.016.313

Incărcarea transformatoarelor în regim asimetric. [După *P. Ignacz* : Elektrotechnika — Budapest, **50** (1957). 3, 18—89].

Articolul tratează pe larg problema încărcării transformatoarelor de forță în regim asimetric. Pentru aceasta, autorul aplică în rezolvarea problemei metoda componentelor simetrice.

Se deduce o diagramă pe baza citirii a trei ampermetre deducîndu-se astfel dacă funcționarea simetrică este admisibilă pentru transformator. Concluzia care rezultă din analiza datelor expuse în coloanele articolului este că asimetrii mici ale tensiunii pot provoca mari asimetrii de curenți din cauza componentei de succesiune zero foarte mare.

A. C.

CZ 621.314.222:621.315.316.9

Cilindri electroizolați termostabili pentru transformatoare uscate [După *K. A. Andrianov* : Vestn. Electroprom **28** (1957) 7, 38—42].

Transformatoarele de forță de puteri pînă la 300 kVA și tensiuni pînă la 6 000 V, destinate a lucra în medii inflamabile sau cu pericol de explozie, impregnate în ulei mineral, cer o construcție perfect etanșă și foarte ancombrantă. De aceea, în ultimul timp s-a trecut la construcția unor transformatoare uscate, sau cu azot sub presiune. Cum gabaritele acestor transformatoare trebuie să fie cît mai reduse, în construcția lor se folosesc materiale izolante silico-organice. Unele dintre elementele mai importante ale izolației sînt cilindrii și tuburile din transformatoare. Pentru fabricarea acestor elemente s-a folosit, deocamdată, pe scară semiindustrială o rășină cu calități deosebite, respectiv cu stabilitate termică ridicată și în același timp fiind un foarte bun liant.

Tehnologia confecționării acestor cilindri este următoarea : Banda de sticlă de tipul ESTB cu grosimi între 0,06—0,1 mm se impregnează cu smoala descrisă mai sus (tip K—41) într-un cuptor vertical. Viteza de trecere prin cuptor este de 14 m/h la o înălțime a cuptorului de 6 m și temperatura de 150—160°C.

Viteza de înfășurare a benzii este de 2—3 m/min la temperatura de 130—140°C. Benzile de sticlă înfășurate pe dornuri metalice sînt polimerizate în cuptoare speciale la temperaturi între 150—200°C, timp de 40—45 ore. După polimerizare, cilindrii din banda de sticlă sînt lăsați să se răcească pînă la temperatura mediului ambiant. Apoi, cilindrii tăiați sînt acoperiți cu lacul K—47 și din nou polimerizați la temperatura de 180°C.

S-au efectuat măsurători ale calității dielectrice ale cilindrilor tratați ($\mathrm{tg}\delta$, ρ_s, ρ_v și ε) în funcție de durata de umezire, circa 200 ore.

Unul dintre aceşti cilindri, cu grosimea de 5 mm, a fost după umezire cufundat complet în apă, timp de 41 ore. S-a constatat că tgδ practic nu s-a schimbat. Acest cilindru a suportat timp de 5 min tensiunea de 30 kV. Apoi a fost încălzit două ore la o temperatură de 200°C şi menţinut la tensiunea de 30 kV, iarăşi 5 min. În sfîrşit, s-a determinat tensiunea de străpungere de 47 kV, respectiv 9,5 kV/min.

S-au mai executat şi alte încercări, şi anume : cilindrii au fost supuşi unei îmbătrîniri artificiale la temperaturile de 180, 200 şi 220°C şi apoi s-au măsurat calităţile dielectrice.

Cilindrii de mai sus au fost folosiţi într-un transformator experimental de 180 kVA, 6 kV cu rezultate satisfăcătoare.

A. B.

CZ 621.314 222.017.2/.3

Pierderi suplimentare datorite curenţilor turbionari în transformatorul cu trei înfăşurări. [După *E. A. Mankin* : Vestn Electroprom **28** (1957) 7, 57—60].

În construcţiile actuale de transformatoare mari de forţă, pierderile suplimentare datorite curenţilor turbionari în bobinaje şi în părţile metalice ating aproape 20—50 % din valoarea pierderilor $\Sigma' rI^2$. Se defineşte o mărime P_b ca diferenţa dintre pierderile P_k măsurate la încercarea în scurtcircuit şi pierderile $\Sigma' rI^2$, calculate după rezistenţa bobinajelor în curent continuu

$$P_b = P_k - \Sigma' rI^2.$$

În transformatoare de puteri mari, în prezent se aplică în special, dispoziţia concentrică a bobinajelor din care cauză numărul de straturi n în direcţie radială, adică perpendiculară pe direcţia cîmpului de dispersie, nu este mai mic de 10, iar uneori $n = 15—20$.

La baza calculelor tensiunii de dispersiune şi a pierderilor suplimentare în bobinaje P_b , se fac, de obicei, următoarele simplificări : 1) se admite că liniile de forţă ale cîmpului de dispersiune sînt drepte, paralele cu axa bobinajului ; 2) nu se ţine seamă de influenţa curenţilor turbionari la distribuirea cîmpului de dispersie. În urma acestor simplificări se obţin formule care permit calculul pierderilor suplimentare pentru bobinajele transformatoarelor cu două înfăşurări.

Pentru calcularea aceloraşi pierderi la transformatoare cu trei înfăşurări, se studiază diagramele forţelor magnetomotoare şi apoi se determină formulele corespunzătoare. Din relaţiile respective reiese că pierderile suplimentare datorite curenţilor turbionari la transformatoare cu trei înfăşurări sînt în medie mai mari decît la transformatoare cu două înfăşurări. Coeficientul de creştere a pierderilor C în funcţie de distribuţia curenţilor în bobinaje poate fi calculat după o relaţie liniară.

A. B.

Materiale electrotehnice

CZ 621.318.32 :669.15.018.58

Un nou material magnetic cu buclă rectangulară. [După *H. L. B. Gould* şi *D. H. Wenny*; Electrical Eng. **76** (1957) 3, 208—211].

Noul material magnetic, cu denumirea comercială supermendur, este un aliaj conţinînd 2 % vanadiu, 49 % fier, 49 % cobalt. Se indică următoarele caracteristici : permeabilitate maximă 66 000 la 20 000 gauss, remanenţă 21 150 gauss, forţa coercitivă 0,26 Oe, saturaţie 24 000 gauss, variaţia totală a fluxului 45 150 Mx. Bucla histerezis este rectangulară cu laturile perpendiculare. Aliajul are un punct Curie ridicat. În comparaţie cu celelalte materiale magnetice existente supermendurul prezintă cea mai joasă forţă coercitivă şi cele mai reduse pierderi histerezis, cea mai înaltă permeabilitate maximă şi cea mai înaltă permeabilitate asociată cu cea mai mare densitate a fluxului, remanenţă maximă. Se dau cîteva indicaţii tehnologice cu privire la prelucrare. Prin laminare la rece se obţin foi în grosimi pînă la 0,001 inch. care se izolează cu oxid de magneziu. Se pretează la execuţia miezurilor de formă toroidală. Miezurile magnetice se supun unui tratament termic (în atmosferă de hidrogen pur) şi simultan unui tratament magnetic (se aplică un cîmp magnetic de aproximativ 6 Oersted). Sînt perspective ca acest nou material să se utilizeze în construcţia transformatoarelor de forţă, a transformatoarelor de impuls, a amplificatoarelor magnetice, a diafragmelor pentru receptoarele telefonice, a aparatelor de comutare şi de memorizare. Se prezintă cîteva diagrame cu caracteristicile magnetice în comparaţie cu ale altor materiale similare, cum şi cîteva fotomicrostructuri.

I. C.

CZ 621.3(213)

Comportarea materialului electric în climă tropicală [După Electricité **41** (1957) 236, 54—57, 239, 145—151].

Articolul este un rezumat al raportului general prezentat la Congresul „Zilele internaţionale ale electricităţii în ţările tropicale" ţinut la Paris în 1956. După ce se definesc tipurile principale de climate întîlnite în regiunile tropicale, se arată deteriorările esenţiale la care este supus materialul electric. Cel mai important dăunător este umiditatea, care poate acţiona prin absorbţie, condensaţie sau penetraţie. Se expune comportarea unui număr important de materiale electroizolante clasice şi moderne (textile pe bază de fibre artificiale, materiale plastice-vinilice, superpoliamidice, siliconice etc.). Se acordă o mare atenţie protejării suprafeţelor metalelor. Se consideră eficiente următoarele metode : galvanizare, metalizare cu zinc sau aluminiu, fosfatare şi vopsire, oxidare chimică sau anodică pentru aluminiu etc.

În ce priveşte construcţia maşinilor şi aparatelor se manifestă tendinţa de reducere la extrem a varietăţii de tipuri. Se arată că materialul electrotehnic destinat regiunilor cu climat cald-umed se va comporta bine şi în climat cald-uscat, cu unele modificări ca de exemplu reducerea corespunzătoare a puterii sau a intensităţii nominale, ţinînd seamă de creşterea temperaturii ambiante. În continuare se indică unele detalii constructive pentru diverse tipuri de aparate şi maşini electrice.

I. C.

CZ 621.3.042.14 ; 621.3.016.3

Mărirea pierderilor în oţelul electrotehnic din cauza îmbătrînirii. [După *V. V. Drusinin* : Vestn Electroprom, **28** (1957) 7, 37—39.]

Pierderile datorite fenomenului histerezis şi curenţilor turbionari în tolele electrotehnice cresc cu timpul. Procesele de îmbătrînire se desfăşoară mai intens la încălzirea fierului care se produce în funcţionarea transformatoarelor sau a maşinilor electrice. Autorul studiază influenţa unor procese termice şi a unor fenomene electrice asupra coeficientului de îmbătrînire.

Influenţa regimului de încălzire a tolelor s-a studiat prin măsurarea pierderilor totale în fier după 9 cicluri termice în care au fost ţinute mostrele, caracterizate prin temperatura de 120°C şi durata de 120 ore. Coeficientul de îmbătrînire după încălzirea timp de 1 000 ore la 120°C este de două ori mai mare decît încălzirea timp de 120 ore ; încălzirea în continuare nu trebuie să ducă la o mărire substanţială a coeficientului de îmbătrînire. Inducţia magnetică influenţează asupra îmbătrînirii în sensul că la p 15/50 coeficientul de îmbătrînire referitor este mai mic decît la p 10/50.

În procesul de încălzire pînă la temperatura maximă, în tole cu conţinut mic de siliciu se produce o micşorare a pierderilor totale. La mostre din oţel electrotehnic supuse unei răciri bruşte la călire, se observă o creştere rapidă a pierderilor la îmbătrînire.

A. B.

CZ 621.315.618 :537.527

Proprietăţile izolante ale gazelor electronegative comprimate. [După *Pr. Howard* : Proc. Inst. electr. Engrs. Part. A **104** (1957) 14, 123—137].

Compuşii moleculari complecşi cloruraţi sau fluoruraţi prezintă uneori, spre deosebire de izolanţii gazoşi uzuali (aer, azot, bioxid de carbon), rigidităţi dielectrice mari la presiuni relativ scăzute. Proprietăţile izolante ale acestor gaze se atribuie numărului mare de ciocniri neelastice şi neionizante şi reacţiilor prin care se formează ionii negativi,

dar fenomenul este mult prea complex ca tensiunile de străpungere ale acestor gaze să fie determinate altfel decît experimental, în funcţie de presiunea gazului şi de geometria sistemului de electrozi.

Articolul prezintă rezultatele unor serii de încercări, din care prima urmăreşte compararea proprietăţilor izolante ale celor opt gaze : SF_6, CF_4 (arcton 0) CF_3Cl (arcton 3) CF_2Cl_2 (arcton 6), $CFCl_3$ (arcton 9), CHF_3 (arcton 1) CHF_2Cl (arcton 4), $CHFCl_2$ (arcton 7) folosind electrozi sferici sau sferă-vîrf şi tensiuni alternative, continue sau şocuri de tensiune, toate încercările efectuîndu-se cu sau fără iradierea intervalului de străpuns cu o capsulă conţinînd radium. Această primă serie de încercări arătînd că doar hexafluorura de sulf (SF_6) şi difluorodiclorometanul (arcton 6) au proprietăţile cerute unui izolant pentru tensiuni înalte, o a doua serie de încercări se referă numai la aceste gaze. Datele rezultante cuprind :

a) Caracteristicile frecvenţă-tensiune de străpungere, ridicată pentru frecvenţe industriale (0—80 Hz) şi pentru amestecuri ale acestor gaze cu azotul, în cîmpuri uniforme şi neuniforme.

b) Compararea tensiunilor de străpungere în cîmp uniform, pentru frecvenţele radio şi industriale, la presiune atmosferică.

c) Caracteristica tensiune de străpungere- presiune pentru diferiţi electrozi cilindrici concentrici, la tensiuni alternative, continue şi şocuri de tensiune.

d) Caracteristicile tensiune de conturnare-presiune pentru izolanţii solizi introduşi în gaz.

Din aceste încercări rezultă că pentru presiuni cuprinse între 0 şi 35 kg/cm² şi în cîmpuri uniforme, cele două gaze au rigidităţi mai mult decît dublu faţă de azot, că în jurul presiunii de trei atmosfere rigiditatea lor este comparabilă cu a uleiului de transformator şi că în general aceasta nu este funcţie de frecvenţă. Pentru cîmpuri neuniforme, rigidităţile dielectrice sînt, la frecvenţe industriale şi în curent continuu, de patru ori mai mari decît ale azotului, dar mai scăzute decît ale uleiului de transformator, exceptînd cazul intervalelor mici şi presiunilor mari. La presiuni mari, străpungerea este precedată de un efect corona intens. Pentru proiectarea de aparate electrice, după criteriile uzuale, ar trebui să se considere presiuni de 3,16 şi 2,46 kg/cm² pentru cele două gaze. Trebuie, de asemenea, considerat că la presiuni înalte, mărirea intervalului de străpungere nu duce totdeauna la creşterea apreciabilă a tensiunii de străpungere. Diluarea gazelor în azot este avantajoasă şi tensiunile de conturnare ale izolanţilor solizi cresc în aceste gaze. Evident, alegerea gazului, a proporţiei amestecului în azot şi a presiunii depinde de condiţiile de folosire, dar se pare că, în general, hexafluorura de sulf (SF_6) este preferabilă difluorodiclorometanului (arcton 6).

În anexă se discută, pe scurt, factorii care contribuie la rigiditatea dielectrică mare a gazelor electronegative.

S. M.

CZ 621.314.2.042.2

Oţeluri pentru tolele transformatoarelor de putere. [După *F. Brailsford* : Journal of the Inst. of electr. Engrs. **3** (1937) 37, 569—575].

Primul progres important în domeniul materialelor pentru tolele de transformator a fost punerea în evidenţă a influenţei favorabile a siliciului asupra proprietăţilor magnetice ale fierului, într-o lucrare publicată în 1900 de Barrett, Brown şi Hadfield. Într-un mic studiu comparativ, se arată că, pînă în ziua de azi, fierul cu siliciu a rămas singurul material de considerat pentru miezurile transformatoarelor de putere.

O a doua descoperire importantă în acelaşi domeniu a fost făcută de Goss, care în 1933 publica descrierea unui procedeu pentru obţinerea unor tole silicioase anizotrope din punct de vedere magnetic, cu permeabilităţi mai mari şi pierderi în fier mai mici în sensul laminării. Anizotropia aceasta se aplică folosind unele determinări experimentale (în parte mai recente decît procedeul lui Goss) din care rezultă că un cristal cubic de fier are aceleaşi proprietăţi magnetice favorabile cînd este magnetizat într-un cîmp paralel cu una din laturile sale, că în tolele în discuţie orientarea preferenţială a cristalelor este cu o latură paralelă cu direcţia de laminare şi planul diagonal de simetrie al cristalului paralel cu feţele tolei şi, în fine, că atomii de siliciu înlocuiesc atomii de fier, fără a modifica structura cristalină a acestuia.

Spre deosebire de siliciu, carbonul în cantităţi mici constituie o aşa numită impuritate „interstiţială", care deformează reţeaua cristalină şi influenţează defavorabil proprietăţile magnetice ale materialului. În oţelurile comerciale curente de azi, efectul acesta nu e supărător, deoarece ele conţin circa 0,005 % carbon (fiind astfel denumite oţeluri în mod incorect).

Neomogenitatea magnetică a tolelor şi zgomotul produs de transformatorul în funcţiune sînt pentru moment probleme nerezolvate.

Progresul realizat de materialele cu cristale orientate este rezumat în două diagrame (curbe de magnetizare şi pierderi în fier) ca date semnificative pentru acest progres se pot lua pierderile în fier la 10 000 G pentru cele mai bune materiale : 3 W/kg în 1896, 1,7 MW/kg în 1906, 0,5 W/kg astăzi.

Se anunţă realizarea unei tole în care feţele cristalelor sînt paralele cu feţele tolei, muchiile rămînînd tot în direcţia laminării şi care, în consecinţă, se pretează şi la folosirea în maşinile rotative, deoarece are aceleaşi proprietăţi în lungul şi în latul tolei.

Ca nivel, articolul este informativ, şi se adresează inginerului care nu este proiectant de transformatoare sau de maşini.

S. M.

Aparate electrice

CZ 621—523.2

Alegerea dimensiunilor geometrice ale circuitului magnetic şi a parametrilor constructivi ai cuplei electrodinamice. [După *I. M. Makarov* : Avtomatika i Telemehanika, **17** (1956) 10, 897—909].

În ultimul timp, drept organ de execuţie cu acţiune rapidă în sistemele automate de oarecare putere, a găsit utilizare aşa numita cupla electrodinamică, construită de Klubnikin P. F.

În articol se studiază dependenţa momentului la axul de ieşire al cuplei electrodinamice în funcţie de dimensiunile geometrice ale circuitului magnetic. Analiza teoretică generală este însoţită de unele considerente de proiectare ale circuitului magnetic, pentru obţinerea unui efect maxim al acţiunii reciproce între cele două părţi ale cuplei electrodinamice. Se deduce, de asemenea, necesitatea folosirii tolelor în circuitul magnetic al cuplei. Studiul teoretic este însoţit de unele verificări obţinute experimental.

Gh. R. I.

CZ 621.318.3.001.24

Proiectarea analitică în evaluarea electromagneţilor. [După *M. J., Kelly J. E.* : *Wallace* Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. **75** (1956) part. I., 675—680].

Articolul expune o metodă de calcul analitică exactă a caracteristicilor de funcţionare a electromagneţilor, folosiţi în relee sau în alte aparate electromecanice. Rezolvarea analitică este susceptibilă, de a fi făcută cu ajutorul unui calculator digital. În acest fel se poate face proiectarea optimă a unui electromagnet, prin ajustarea diverşilor parametri şi calculul comparativ al soluţiilor corespunzătoare. Metoda astfel propusă evită necesitatea construirii de modele pentru cercetarea experimentală şi este ilustrată de unele exemple de calcul. În ce priveşte verificarea experimentală, se obţin rezultate bune, cu excepţia intensităţii curentului, întrucît metoda analitică de calcul dezvoltată neglijează curenţii Foucault.

Gh. R. I.

Măsurători şi aparate electrice de măsurare

CZ 621.317.7.087

Instrumente înregistratoare electrice. [După *G. Simon*; Elektrotechn. Z—A, **78** (1957) 721—725].

Progresul mecanizării a impus o creştere permanentă a necesităţii de a se înregistra în mod continuu diferitele valori în legătură cu exploatarea. Autorul indică întîi condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească un instrument înregistrator,

insistînd apoi asupra dimensiunilor acestor instrumente şi ale hîrtiei de înregistrare cum şi a toleranţelor de măsură corespunzătoare acestor dimensiuni. Sînt descrise apoi dispozitivele de avans ale hîrtiei de înregistrare.

Consumul de energie, preciziunea cerută cum şi viteza de înregistrare hotărăsc asupra alegerii unuia dintre sistemele uzuale : înregistratorul cu linii continue, înregistratorul cu linii punctate şi înregistratorul prin compensaţie, caracterizat printr-o precizie deosebit de mare şi independenţă de tensiunea ajutătoare şi de lungimea conductelor de racord. Acesta din urmă poate face înregistrări prin linii continue sau punctate.

Sînt date amănunte constructive ale fiecăreia din cele trei categorii de mai sus.

C. C.

CZ 621.317.7—182.4

Aparate şi instrumente electrice portative. [După Elektrotechn. Z—B. **9** (1957) 11, 445].

Pentru verificările instalaţiilor pe teren (şantiere etc.) s-au dezvoltat aparate şi instrumente de construcţie specială, dintre care cele mai importante sînt indicate în articol.

Existenţa unei tensiuni se controlează cu aparate foarte simple conţinînd lămpi fosforescente şi evitînd atingerea vreunui punct al instalaţiei.

Ordinea fazelor într-un circuit trifazat se poate stabili printr-un aparat fără părţi mobile ci doar cu o combinaţie de rezistenţe şi condensatoare. După sensul fazelor arde una sau cealaltă din cele două lămpi fosforescente.

Pentru măsurarea curenţilor, tensiunilor şi puterilor electrice se dă ca exemplu un aparat „universal" cu 32 scări diferite de măsură şi pentru frecvenţe pînă la 20 kHz.

La reţele de înaltă tensiune (pînă la 20 kV) s-au dezvoltat tipuri diferite de instrumente-cleşte, care joacă rolul de transformator de măsură, conţinînd la unele execuţii şi instrumentul corespunzător pînă la 600 A. Cînd instrumentul este separat de transformator se pot măsura curenţi între 15 şi 6 000 A. Astfel de cleşti se execută şi pentru măsurarea factorului de putere fără întreruperea conductelor din instalaţii.

Sînt descrişi apoi ohmmetrii de 0,05—50 000 Ω cum şi măsurători de izolaţie sau de pămîntare şi, în sfîrşit, un amplificator-transistor pentru stabilirea traseului unui circuit montat sub tencuială.

G. C.

CZ 621.314.222.8.014.8

Ferorezonanţa transformatoarelor de tensiune. [După *Sune Rusck*: ASEA-Revue, (1957) 3, 48—50].

În reţelele cu neutrul izolat şi în anumite condiţii caracteristica magnetică neliniară a transformatoarelor de tensiune poate da naştere la tensiuni anormale în punctul neutru. Acestea pot provoca semnalizări false de punere la pămînt sau stricăciuni ale transformatoarelor.

Plecîndu-se de la schema unei reţele alimentate de un transformator cu neutrul izolat se obţine ecuaţia şi schema echivalentă a acesteia. Analizîndu-se această ecuaţie se stabilesc condiţiile în care se produce ferorezonanţa. Pentru ca o oscilaţie subarmonică să se poată produce sistemul trebuie să fie supus unei modificări bruşte oarecare, de exemplu o anclanşare sau un scurtcircuit.

În tot cazul ferorezonanţa depinde de caracteristicile circuitului, care la rîndul lor depind de gradul de saturaţie al transformatoarelor. Este, deci, dificil de precizat cînd există risc de ferorezonanţă.

Teoria oscilaţiilor subarmonice arată că existenţa acestora este determinată de importanţa amortizării, respectiv de sarcina ohmică a circuitului. O metodă simplă permite determinarea acestei rezistenţe cu ajutorul unui voltmetru.

Fenomenele de ferorezonanţă se produc şi în montajele asimetrice cu transformatoare de tensiune pe una sau pe două faze. Se recomandă ca aceste montaje să fie folosite cu prudenţă cu atît mai mult cu cît dezechilibrul poate produce supratensiuni la frecvenţa reţelei care prezintă inconveniente.

N. K.

CZ 621.317 :4.620.11

Forma epruvetelor pentru măsurători asupra fierului I [După *P. K. Hermann*: Arch. Techn. Messen. **256** (1957), V 959—1 (105—106) 8].

Dificultatea efectuării măsurilor asupra diferitelor materiale magnetice nu o constituie numai metrologia magnetică, ci, în special, faptul, că fluxurile magnetice nu pot fi conduse şi izolate ca un curent electric, producîndu-se deci fluxuri de dispersie nedorite, care denaturează rezultatul măsurătorii. Măsurătoarea trebuie să determine proprietăţi directe ale materialelor, ceea ce este posibil la o magnetizare uniformă a volumului epruvetei.

Condiţiile măsurătorii trebuie să fie astfel ca neomogenităţile materialului să se compenseze şi să se poată astfel obţine un rezultat univoc reproductibil al măsurătorii. După scopul utilizării pentru acelaşi material poate fi necesară o cantitate de epruvetă mai mare sau mai mică. De asemenea mărimea epruvetei poate varia şi în timp, pe măsură ce creşte precizia măsurătorii. Neomogenitatea materialului este ea însăşi caracteristică materialului, care se determină pe epruvete de volum mic şi pot fi exprimate în serii statistice. Pentru măsurători corecte de pierderi este necesar un flux total sinusoidal, deoarece cota de pierderi datorite curenţilor turbionari creşte aproximativ cu pătratul factorului de formă al tensiunii. Din cele expuse se vede că aparatele pentru încercarea unei singure tole sînt mai potrivite pentru tole cu puţine neomogenităţi, deoarece pierderile specifice medii într-un pachet de tole sînt mai mari decît la încercarea pe o singură tolă. Şi solicitările mecanice pot provoca mai ales la miezuri din materiale cu mare permeabilitate variaţii mult mai mari ale caracteristicilor magnetice. La epruvete inelare magnetizarea uniformă nu poate fi obţinută decît dacă bobina de magnetizare este repartizată uniform. Pentru material laminat după o direcţie dată epruveta inelară nu poate fi realizată ca miez din bandă înfăşurată, decît dacă banda este suficient de subţire. În alte cazuri se admite epruvetă pătrată sau dreptunghiulară numai dacă materialul posedă în două direcţii perpendiculare proprietăţi anizotrope bune pentru măsurătoare. Acest fel de epruvetă produce totuşi flux de scăpări la colţurile nebobinate. În încheiere se tratează problema erorilor la miezurile inelare din bandă datorite fluxurilor transversale.

A. S.

CZ 621.317.4

Măsurarea rapidă şi precisă a forţei coercitive I. [După *F. Förster*: Arch. Techn. Messen (1957), 66—6 (65—66)].

Dintre toate mărimile fizice ale materialelor feromagnetice forţa coercitivă şi permeabilitatea prezintă cea mai mare posibilitate de variaţie, adică la variaţii ale stării materialului forţa coercitivă şi permeabilitatea pot varia în limite largi. Dintre cele două mărimi forţa coercitivă poate fi mai uşor măsurată, pentru că din cauza influenţei demagnetizante a polilor pieselor tehnice obişnuite rezultatul măsurătorii depinde hotărît de forma epruvetei. Forţa coercitivă este caracterizată de următoarele proprietăţi : 1) ea este principala cauză a mărimii pierderilor prin histereză ; 2) redă sensibil precipitările, procesele de îmbătrînire şi orice schimbări structurale ; 3) independent de forma epruvetei forţa coercitivă este uşor măsurabilă ; 4) se poate realiza o variaţie a forţei coercitive în funcţie de temperatură. În cazul magnetizării omogene mărimea ${}_JH_C$ este independentă de forma epruvetei şi de poziţia sondei de măsură. În măsurarea mărimii ${}_BH_C$ intervin şi forma epruvetei şi poziţia sondei de măsură.

Forţa coercitivă este intensitatea cîmpului H_C cu semn contrar necesară pentru dispariţia intensităţii de magnetizare $J({}_J\mathrm{Hc})$, respectiv a inducţiei $B({}_BH_C)$ în material, după o precedentă magnetizare pînă la saturaţie. Pentru măsurarea forţei coercitive se poate întrebuinţa orice metodă care vizualizează sensibil trecerea prin 0 a magnetizării. În practică se adoptă măsurarea în circuit deschis, căci depinde mult mai puţin de forma şi mărimea epruvetei şi permite şi măsurări în funcţie de temperatură. Cu toate că nu depinde, în limite largi de forma epruvetei, la corpuri foarte scurte cu formă neregulată valoarea lui ${}_JH_C$ prezintă abateri în funcţie de formă, deoarece într-un cîmp de egală intensitate

magnetizarea nu poate să atingă zero în toate punctele epruvetei în același moment.

Se descrie coercimetrul Neumann și sonda Förster folosită pentru: măsurări magnetometrice, locatoare, examinarea nedestructivă a materialelor, măsurări geofizice.

A. S.

CZ 621.317.4

Măsurarea rapidă și precisă a forței coercitive II. [După *F. Förster*: Arch. Techn. Messen **255** (1957), 566–567 (87–90)].

În continuarea unui articol precedent este descrisă o metodă de măsură și utilizări. În metoda de măsură descrisă epruveta este magnetizată în bobina de măsură. Instrumentul de măsură al sondei arată o deviație proporțională cu momentul magnetic remanent (Restmoment) al epruvetei. Prin comutare se aplică apoi epruvetei un cîmp egal și opus cîmpului inițial de saturație. În modul acesta deviația corespunzătoare momentului magnetic al probei revine la zero. Se reglează așa ca deviația instrumentului sondei să treacă prin zero. În acest moment instrumentul de precizie etalonat direct în valori $_JH_C$ arată valoarea absolută a forței coercitive. Prin așezarea perpendiculară a bobinei de magnetizare față de sonda, aceasta nu este influențată de cîmpul bobinei; din acest motiv sonda simte doar magnetizarea epruvetei și nu inducția, iar montajul determină chiar mărimea, $_JH_C$, care după H. Neumann se caracterizează prin independența față de forma epruvetei. Întreaga operație durează cîteva secunde. Pentru aliajele magnetic moi ($_JH_C < 1$ Oe) este necesară compensarea cîmpului terestru. Sînt descrise cîteva metode de compensare. Pentru măsurarea forței coercitive la temperaturi ridicate și joase, epruveta este încălzită într-un cuptor sau răcită într-un dispozitiv adecvat, sonda de cîmp, egal „simțind" trecerea prin zero a momentului magnetic al probei. În încheiere este descrisă o instalație automată pentru sortarea pieselor din aliaje magnetice în trei grupe după valorile forței coercitive.

A.S.

Acționări electrice

CZ 621.863:621.34:629.112.06

Nou grup Leonard pentru trolii navale. [După *A. Sallow*: ASEA-Revue, (1957) 5, 83–88].

Datorită utilizării din ce în ce mai frecvente a curentului alternativ pe bordul cargoboturilor, constructorii au început să studieze diferite tipuri de trolii adecvate acestora. Firma ASEA a adoptat sistemul Leonard compus, în principiu, dintr-un generator de curent continuu, antrenat la viteză constantă, care alimentează un motor de curent continuu. Prin variația excitației generatorului cu ajutorul unui reostat se modifică tensiunea generatorului și, deci, viteza motorului. Sistemul — considerat ideal din punctul de vedere al comenzii și al siguranței de funcționare — are dezavantajul unui preț de cost ridicat și un ancombrament important.

Pentru înlăturarea acestor neajunsuri firma constructoare a realizat un grup convertizor echipat cu un generator dublu de curent continuu. Acesta este, în principiu, o mașină normală de curent continuu, cu patru poli și bobinaje în paralel, fără conexiuni echipotențiale. Din punct de vedere mecanic grupul constituie un monobloc, rotoarele celor trei mașini electrice — motorul de antrenare, generatorul dublu și excitatricea — fiind montate pe un arbore comun. Fiecare grup poate alimenta două trolii de cîte 5 t fiecare, iar construcția lor permite suprapunerea mai multor grupuri.

Aparatajul de protecție și comandă este redus la minim și închis în cofrete etanșe.

Deoarece trolile marine trebuie să pornească și să frîneze de multe ori în unitatea de timp, trebuie asigurată o bună caracteristică de accelerație și de frînare. Prima se realizează prevăzînd polii principali ai generatoarei duble cu înfășurări amortizoare și o înfășurare anticompound. Pentru frînarea rapidă există un dispozitiv de dezexcitare a generatoarei duble.

Gama întinsă de reglaj permite o manipulare lină și perfect controlată a sarcinii.

N. K.

Utilizări electrotehnice

CZ 621.316.17.621.316.9

Măsuri de protecție în instalațiile de joasă tensiune. [După *E. Jeske*: Elektrotechn. Z.–B. **9** (1957) 11, 431].

În scopul protecției omului trebuie ca în primul rînd să fie protejată instalația însăși, adică să fie executată și exploatată conform prescripțiilor.

Contra supraîncărcării conductoarelor, siguranțele vor fi dimensionate selectiv. Pe baza unor diagrame sînt arătate avantajele siguranțelor pentru protecția grupărilor de circuite (la cofret) și aceasta chiar în cazurile de scurtcircuite. Automatele mici cu relee termice și electromagnetice se vor limita la protecția circuitelor.

În ce privește electrocutările este discutată limita eficacității legăturilor la pămînt în funcție de rezistența solului ținînd seamă de tensiunile periculoase de 65 V respectiv 24 V la oameni și animale. Sînt arătate avantajele și dezavantajele legărilor la nul respectiv la pămînt cum și pericolul provocat de pămînturile mixte.

Se demonstrează apoi cum printr-un defect de izolație al electromotorului etc, pot fi provocate incendii, în special, în apropierea materialelor combustibile (păioasele în gospodăriile agricole) și se recomandă și aici aparatajele de protecție corespunzătoare.

În sfîrșit, se fac recomandări pentru experimentarea practică pe teren a dispozitivelor de protecție montate pentru diferitele scopuri în instalație.

G. C.

CZ 621.979–523:621.314.653

Comanda directă a preselor printr-un contactor cu ignitron. [După *D. L. Pettit, R. Montross*: Electrical Eng., **76** (1957) 4, 308–311].

Presele pot fi acționate de motoare obișnuite, cu turație continuă, intercalînd între presă și motor un angrenaj mecanic comandat de operator. Dezavantajul acestei soluții constă în întreținerea angrenajului, ceea ce implică opriri frecvente ale presei. Pe de altă parte, cuplarea directă a motorului cu presa necesită un contactor pentru pornirea și oprirea motorului. Dar contactele contactorului se uzează repede, iar întregul sistem compus din angrenaj, arbore, motor și contactor suportă, importante solicitări mecanice, influențînd în mod direct durata lor.

Se descrie un sistem de comandă utilizînd o pereche de ignitroni montați în opoziție pe fiecare din cele trei faze. Prin modificarea unghiului de aprindere a ignitronului se obține o punere sub tensiune în mod progresiv a motorului și reducerea substanțială a eforturilor mecanice. Se dau indicații asupra montajului utilizat pentru comanda unei prese și a măsurilor ce trebuie luate pentru a inversa sensul de rotație a motorului. Luînd în considerație mărirea capacității de producție a presei, comanda prin ignitroni este avantajoasă din punct de vedere economic.

I. C.

Tracțiune electrică

CZ 621.335.2(485

Locomotive electrice suedeze de mare putere. [După *B. Björklund*: ASEA – Revue, (1957) 5, 90–94].

Locomotivele tip Dm (1 D + D 1) fabricate în Suedia asigură tracțiunea celor mai grele trenuri de marfă din Europa pe cea mai nordică linie electrificată din lume, „Linia minereului de fier". Ea dezvoltă o putere de 5 000 CP, un efort de tracțiune la pornire de 53 t și o viteză maximă de 75 km/h. Locomotiva poate remorca 65 de vagoane încărcate cu minereu — în total 3 100 t — pe o rampă de 10 ‰ cu viteza de 40–45 km/h.

Locomotiva este formată din două părți identice montate fiecare pe un șasiu din lonjeroane de oțel de 30 mm grosime și 1 m înălțime consolidate cu traverse nituite. Partea situată între a doua și a treia osie motoare este constituită dintr-un șasiu din oțel turnat care suportă motoarele și solidarizează în același timp lonjeroanele. Totodată acesta servește și ca palier pentru osia falsă care este antrenată de cele două motoare și care transmite efortul la roțile

motoare prin intermediul bielelor cuplare. Osiile motoare şi bielele sînt montate pe rulmenţi cu excepţia osiilor interioare care au joc lateral. Osia alergătoare este montată pe un bissel.

Fiecare locomotivă este echipată cu două motoare de tracţiune de 920 kW 395 V 16 2/3 Hz, 770—1 100 rot/min legate în serie. Cuplul motor este transmis prin acuplaje elastice şi un dublu reductor de viteză (raport 1 : 4,24) la osia motoare falsă.

De la pantograf, curentul electrice trece la transformator prin două separatoare şi un disjunctor cu aer comprimat. Pe partea de joasă tensiune transformatorul este prevăzut cu 10 prize legate la 30 contactoare cu comandă electro-pneumatică. În acest sistem 6 contactoare sînt permanent în serviciu şi fiecare conduce numai 1/6 din curentul absorbit de cele două motoare legate în serie.

Locomotiva descrisă a dat deplină satisfacţie în exploatare.

N. K.

Acumulatoare electrice

CZ 621.355.2.004.67

Metode de recondiţionare a acumulatoarelor. [După *E. P.*: *Belov*: Electricescaia i teplovoznaia tiaga, (1957) 3,32—33].

Principala cauză a deteriorării prematurе a acumulatoarelor cu plăci de plumb constă în sulfatarea plăcilor pozitive.

Evitarea sulfatării prin încărcarea acumulatoarelor cu curenţi mici într-un electrolit diluat nu dă rezultate satisfăcătoare.

Încercările de recondiţionare a bateriilor de acumulatoare de tipul 24 E.P.M.—80 au dus la elaborarea următoarei tehnologii pentru recondiţionarea acumulatoarelor. Acumulatoarele sînt complet descărcate cu un curent de 10—16 A, după care elementele sînt demontate şi spălate cu apă distilată.

Apoi plăcile negative uscate se depun spre păstrare, iar cele pozitive se completează cu alte plăci negative, special alese dintre cele cu masa activă împuţinată, care nu au altă întrebuinţare.

După asamblarea elementelor, bateria se completează cu un electrolit cu densitatea 1,04—1,05 şi se menţine astfel timp de două ore. După aceea, plusul bateriei se leagă la minusul sursei de curent, iar minusul ei la plusul sursei de curent. Astfel se face o primă încărcare timp de 4 ore la un curent de 5 A.

Dacă încălzirea nu depăşeşte 35—40°C, încărcarea continuă încă 19—20 ore cu un curent de 9 A. Urmează o pauză de două ore şi din nou încărcarea continuă timp de 30—40 de ore cu un curent de 5—7 A.

Încărcarea continuă pînă cînd de pe suprafaţa plăcilor pozitive se desprinde o peliculă subţire, iar plăcile capătă o nuanţă cenuşie a plăcilor negative. Din acest moment bateria se pune la descărcat cu un curent de 10—16 A pînă la 0, iar elementele se demontează şi se spală din nou. Plăcile pozitive au fost astfel recondiţionate. Urmează asamblarea elementelor cu plăci negative bune şi încărcarea bateriei după instrucţiuni. Plăcile negative defecte pot fi folosite pentru 30—40 de recondiţionări de plăci pozitive. Lucrîndu-se după acest procedeu rezultatele au fost satisfăcătoare. În articol se dau şi o serie de amănunte asupra modului de lucru.

A. C.

CZ 621.355

Acumulatoare electrice. [După *A. Belov*: Elektrotechnik, **11** (1956) 7, 215—219].

Revista cehoslovacă „Elektrotechnik" a publicat un interesant articol comparativ privind utilizarea acumulatoarelor cu plumb sau alcaline.

Analiza făcută scoate în evidenţă avantajele tehnice ale acumulatoarelor alcaline, care justifică costul lor ridicat de 4, 5 ori mai mare decît cel al acumulatoarelor cu plumb. Acumulatorul alcalin are o capacitate aproximativ dublă (130 cm²/A) faţă de cea a acumulatorului cu plumb. Deci la demaraj, acumulatorul alcalin este mai bun, deoarece permite o pornire foarte eficace cu maximum de siguranţă.

La tracţiune, acumulatorul alcalin este net superior nu numai ca siguranţă şi capacitate specifică ci şi datorită faptului că acumulatorul cu plumb este sensibil la zdruncinături.

Acumulatorul alcalin s-a dovedit foarte bun pentru alimentarea instalaţiilor de telecomunicaţie, deoarece rezistă bine la căldură şi îngheţ.

Acumulatoarele alcaline, cu excepţia celor cu cadmiu-nichel, au la aceeaşi capacitate o rezistenţă internă mai mare decît cele cu plumb, ceea ce face ca la o descărcare intensivă, unde se cere o rezistenţă internă mică, cele cu plumb să fie în această privinţă superioare. În articol se compară şi alte caracteristici şi destinaţii ale acumulatoarelor cu plumb şi alcaline, ajungîndu-se la concluzia că preţul de cost ridicat al acumulatorului alcalin este compensat în multe cazuri speciale prin avantajele sale tehnice.

A. C.

Recenzii

CZ 512.99 :538.552.9

HOCHRAINER A.: **Symetrische Komponenten in Drehstromsysteme. Componente simetrice în sisteme trifazate.** *Springer Verlag*, 1957, Berlin, Göttingen, Heidelberg. 364 pag., 346 fig.

În lucrarea recent apărută, autorul prezintă cititorului un studiu complet şi modern asupra calculului cu ajutorul componentelor simetrice. Noţiunile de calcul prin componente simetrice sînt introduse în mod gradat, trecîndu-se de la forma clasică la cea matricială.

Cartea este împărţită în 28 de capitole.

În capitolele 1—4 se tratează reprezentarea complexă a mărimilor variind sinusoidal în timp (curent, tensiune), reprezentarea complexă a impedanţelor şi a admitanţelor, probleme speciale : *a*) în sisteme monofazate cum sînt transformatorul ideal, legile Kirchhoff în curent alternativ, surse echivalente, reţele monofazate, şi *b*) în sisteme trifazate simetrice cum sînt reprezentarea tensiunilor trifazate, sistemul cu fir neutru, transfigurarea stea-triunghi, capacitatea de serviciu a unei linii de transport, conexiunile transformatoarelor, funcţionarea lor în paralel. Autorul are un punct de vedere propriu cu privire la stabilirea semnelor curentului şi tensiunii electrice.

În capitolele 5—9 se face prezentarea calculului prin componente simetrice şi aplicarea lui la calculul curenţilor de scurtcircuit. Se expun diverse cazuri de scurtcircuit net sau ţinînd seamă de rezistenţa defectului : scurtcircuit trifazat cu punere la pămînt sau izolat, scurtcircuit între două faze, cu punere la pămînt sau izolat, scurtcircuit monofazat. Aceste defecte sînt studiate atît în cazul unei alimentări cu tensiuni trifazate simetrice cît şi nesimetrice. Defectele de scurtcircuit sînt studiate complet şi clar, expunerea fiind completată de numeroase diagrame, care indică variaţia curenţilor în funcţie de raportul între reactanţa homopolară şi reactanţa directă şi de raportul între rezistenţa locului de defect şi impedanţa directă.

Este meritul autorului de a fi adoptat pentru componentele simetrice ale curentului şi tensiunii şi impedanţele simetrice, indicii plasaţi la partea superioară a literelor simbolizînd mărimile, de exemplu, Z° — impedanţa homopolară, Z' — impedanţa directă, Z'' —impedanţa inversă, ceea ce uşurează citirea relaţiilor. De asemenea, folosirea de simboli grafici adecvaţi pentru componentele simetrice ale tensiunilor de alimentare şi ale impedanţelor simetrice uşurează mult urmărirea schemelor. În fig. 1 se dă un exemplu de reprezentare.

În capitolele 10—18 se stabilesc impedanţele simetrice ale transformatoarelor şi maşinilor electrice pe baza construcţiei şi condiţiilor lor de funcţionare. De asemenea, se calculează impedanţele simetrice ale liniilor aeriene scurte sau lungi şi ale cablelor electrice.

În capitolele 19—23 prin utilizarea teoriei transformării şi a calculului matricial se tratează sub formă generalizată cazurile de scurtcircuit atît în componente simetrice, cît şi într-o nouă reprezentare dată de componentele diagonale (componentele $\alpha - \beta - 0$). Este deosebit de interesantă

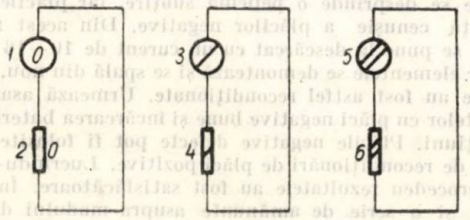


Fig. 1. Schema circuitelor echivalente ale unui scurtcircuit trifazat cu punere la pămînt. Alimentare nesimetrică :

1 — componenta homopolară a tensiunii : *2* — impedanţa homopolară : *3* — componenta directă a tensiunii : *4* — impedanţa directă : *5* — componenta inversă a tensiunii ; *6* —impedanţa inversă.

considerarea sistemelor trifazate cu fir neutru ca circuite cu 8 poli (Achtpole) prin analogie cu reprezentarea circuitelor monofazate prin cuadripoli, cum şi cercetarea defectelor duble în reţele cu ajutorul modelelor de reţea. Notaţiile coerente adoptate de autor ajută foarte mult la urmărirea demonstraţiilor destul de complicate.

În capitolele 24—26 se tratează regimurile tranzitorii care apar la conectarea şi deconectarea circuitelor. În mod special se utilizează componentele simetrice şi diagonale în cazul regimurilor tranzitorii care apar la stabilirea sau întreruperea unui scurtcircuit sau la separarea a două reţele. Această parte a cărţii este cu atît mai interesantă cu cît este tratată de un specialist consacrat în domeniul întreruptoarelor de înaltă tensiune.

Capitolul 27 tratează calculul prin componente simetrice al fenomenelor de unde călătoare produse în sistemele trifazate la conectarea liniilor, iar capitolul 28 se ocupă cu măsurarea componentelor simetrice prin metode directe şi indirecte.

Lucrarea se termină cu un număr mare de referinţe bibliografice, grupate pe capitole, cuprinzînd lucrări ce au apărut pînă în anul 1957 inclusiv.

Prin conţinutul ei, lucrarea este deosebit de indicată inginerilor energeticieni care se preocupă cu proiectarea reţelelor energetice şi cu studiul regimurilor în reţele, inginerilor care cercetează funcţionarea aparatelor de înaltă tensiune şi construiesc aceste aparate. De asemenea lucrarea se adresează şi inginerilor cu preocupări teoretice, cărora li se oferă posibilitatea de a cunoaşte metode moderne de calcul.

Ing. **V. Hortopan**

CZ 621.313 :621.3.015.33

PARTENI ANTONI C. şi ANTONIU I. S. : **Comportarea maşinilor electrice la unda de şoc.** *Editura Academiei R.P.R.* (1957), 193 pag., 72 fig.

Studiul supratensiunilor de origină atmosferică, precum şi acţiunea acestor supratensiuni asupra instalaţiilor electrice, reprezintă una dintre principalele probleme care preocupă pe inginerii electrotehnicieni şi electroenergeticieni din ţara noastră. Acest fapt este dictat de necesitatea construirii aparatelor şi maşinilor electrice avînd tensiunea nominală din ce în ce mai ridicată, care trebuie să îndeplinească condiţia unei bune comportări la aceste supratensiuni, ca şi de considerente legate de exploatarea în bune condiţii a sistemelor energetice ; în momentul de faţă supratensiunile de origină atmosferică reprezintă una dintre principalele cauze care duc la avarierea aparatajului electric urmată de întreruperi în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor industriali. Cu toate acestea, au apărut relativ puţine lucrări în limba romînă, care să trateze problema supratensiunilor atmosferice. Din aceste considerente apariţia monografiei „Comportarea maşinilor electrice la unda de şoc" de Cezar Parteni Antoni şi Ion S. Antoniu, este de un real folos.

În prima parte a monografiei, cuprinzînd cca o treime din totalul lucrării, se dau elementele necesare pentru definirea formei undei de impulsie, a modului de producere şi de măsurare a acestor unde, precum şi pentru explicarea cauzelor descărcărilor atmosferice.

Astfel, în cap. I se dau indicaţii în legătură cu natura supratensiunilor atmosferice, dîndu-se elementele minime necesare pentru explicarea modului de producere a supratensiunilor datorită căderii directe a trăsnetului pe linie, ca şi a supratensiunilor induse.

Cap. II se referă la definirea undei de impulsie. După ce se arată reprezentarea matematică a undei, în continuare se definesc undele normale şi undele tăiate, stabilindu-se parametrii lor, după diferite prescripţii (C.E.I., U.R.S.S., AIEE, VDE). Cu toate că prezentarea este concisă, se dau elemente suficiente pentru precizarea parametrilor şi formei undei de impulsie. Specificarea formelor de undă după diferite prescripţii este necesară şi utilă, deoarece în momentul de faţă la noi în ţară nu s-a adoptat în mod oficial o formă de undă dată ; pe de altă parte în acest mod se dau elementele necesare pentru compararea rezultatelor menţionate în literatura de specialitate din diferite ţări. Deoarece lucrarea a fost elaborată înaintea ultimei sesiuni a C.E.I. nu se menţionează multe hotărîri noi privind unda tăiată, ceea ce se poate completa în cadrul unei noi ediţări.

În cadrul cap. III se descrie fenomenologia străpungerii prin unda de impulsie. La descrierea străpungerii dielectricelor gazoase se explică pe scurt teoria avalanşelor a lui Townsend ; totodată se dau elementele necesare pentru explicarea succintă a străpungerii prin unde de impulsie. Străpungerea în ulei este expusă suficient de dezvoltat, insistîndu-se îndeosebi asupra teoriilor oamenilor de ştiinţă sovietici. În cadrul acestei probleme se menţionează toate formele de străpungere, termică, mecanică şi electrică, dîndu-se, în cazul străpungerii electrice, relaţiile de calcul care permit determinarea densităţii curentului de străpungere corespunzătoare unei anumite intensităţi a cîmpului. În cazul străpungerii dielectricilor solizi se menţionează teoriile elementare ale străpungerii, ceea ce era indicat în cazul lucrării de faţă.

Cap. IV se referă la aparatura necesară producerii undei de impulsie de tensiune. Pe lîngă descrierea schemei instalaţiei şi diferite realizări de montaje, se dau relaţiile de calcul care permit să se determine rezistenţele instalaţiei în ipoteza că se cunosc capacităţile condensatoarelor. În a doua parte a capitolului se dau date în legătură cu alegerea montajului celui mai potrivit şi în legătură cu alegerea capacităţii de încărcare. În acest mod se precizează parametrii necesari pentru a se putea alege un anumit tip de instalaţie necesar cercetărilor sau să se analizeze instalaţia existentă.

În cap. V se dă descrierea metodelor de măsură în tehnica undelor de impulsie, utilizate în laboratoare precum şi a utilajelor folosite în acest scop. Se dă, astfel, principiul şi o succintă prezentare a unui oscilograf catodic cu catodă rece, menţionîndu-se o serie de date în cazul unui oscilograf de tip mai perfecţionat cu patru spoturi. În continuare se prezintă, dîndu-se elementele necesare, reductoarele (divizoarele de tensiune), eclatorul cu sfere, clidonograful.

În cazul divizorului de tensiune se menţionează divizorul ohmic şi cel capacitiv, indicîndu-se care este raportul de divizare, ţinîndu-se seama şi de impedanţa caracteristică a cablului de legătură la oscilograful catodic. Descrierea eclatorului cu sfere este completată cu date privind influenţa factorilor externi asupra măsurătorilor, prezentîndu-se totodată două scheme de montaj pentru măsurarea lungimii şi pantei funcţiei undei de impulsie. În legătură cu clidonograful se expune principiul de funcţionare, curbele de etalonare ca şi schemele de montaj şi anume montarea unui clidonograf şi montarea în duplex, pentru înregistrarea figurilor pozitive şi celor negative.

În cadrul cap. VI se studiază problema propagării undelor în transformatoarele electrice.

În prima parte, considerîndu-se o schemă simplificată a unui transformator, cu neglijarea rezistenţelor a căror influenţă este redusă, se stabileşte repartiţia tensiunii de-a lungul înfăşurărilor, în cazul general al unei unde de impulsie reprezentată prin diferenţa a două exponenţiale ; transformatorul se consideră cu neutrul legat direct la pămînt, precum şi cu neutrul izolat, în acest ultim caz menţionîndu-se modificările care trebuie deduse relaţiei deduse anterior

şi anume în legătură cu expresia termenului care indică regimul tranzitoriu, expresia pulsaţiei şi a coeficientului de amplitudine al armonicei de ordinul ν. O dată cu prezentarea relaţiilor deduse se face analiza fenomenului care ia naştere în cazul propagării undelor în transformatoare dîndu-se valorile practice pentru o serie de parametri ca şi repartiţia tensiunii în momentul iniţial.

În continuare se stabileşte expresia gradientului de potenţial maxim ca şi expresia care permite să se determine, sub o formă simplificată, solicitarea medie pe bobină. Pentru concretizarea celor specificate se dă un exemplu practic. Tot în cadrul studiului propagării undelor în transformatoare se dau rezultatele încercărilor experimentale privind repartiţia tensiunii urmate de interpretarea lor insistîndu-se, în acest scop, asupra influenţei diferiţilor parametri (influenţa capacităţii dintre spire, a grosimii izolaţiei şi a formei înfăşurărilor, a formei undei de impulsie etc.). În cadrul aceluiaşi capitol al propagării undelor în transformatoare se tratează problema influenţei frecvenţei proprii a transformatoarelor asupra regimului tranzitoriu de repartiţie a tensiunii, definindu-se pulsaţia critică, precum şi transmiterea supratensiunilor de la o înfăşurare la alta.

În partea a doua a acestui capitol se explică mijloacele de protecţie. În prima parte a descrierii mijloacelor de protecţie se dau elementele necesare realizării protecţiei interne, insistîndu-se asupra transformatorului nerezonant, asupra inelului de protecţie, precum şi asupra necesităţii adoptării unor înfăşurări speciale. Partea a doua se referă la protecţia externă. În acest scop se menţionează problemele legate de coordonarea izolaţiei, protecţia staţiilor de transformare, rolul descărcătoarelor şi al eclatoarelor, protecţia neutrului transformatorului.

Cap. VII se referă la propagarea undelor de supratensiune în maşinile electrice rotative. În prima parte se descrie fenomenologia propagării undelor, dîndu-se elementele necesare privind determinarea impedanţelor caracteristice şi a vitezei de propagare a undelor, funcţie de puterea maşinii. În partea a doua se menţionează măsurile de protecţie împotriva supratensiunilor.

În cadrul ultimului capitol (cap. VIII) se descrie încercarea maşinilor electrice la unde de impulsie. După ce, în introducere, se prezintă problema încercărilor la unda de impulsie, insistîndu-se asupra necesităţii efectuării acestor încercări, în continuare se menţionează încercările actuale la tensiunea de frecvenţă industrială. În ultima parte a capitolului se indică noile tendinţe în încercarea maşinilor electrice, ca şi concluziile la care ajung autorii, subliniindu-se necesitatea efectuării acestor încercări şi în ţara noastră.

Monografia se încheie cu o anexă în care se demonstrează unele dintre relaţiile menţionate în text. La sfîrşitul lucrării se specifică bibliografia consultată (46 titluri), bazată în primul rînd pe literatura tehnică sovietică.

Stilul expunerii este clar iar modul de prezentare al problemelor se face în mod ordonat. Meritul autorilor constă în faptul că au ştiut să gradeze importanţa diferitelor aspecte ale problemei propagării undelor în transformatoare, insistînd-se mai puţin asupra primei părţi privind teoria descărcărilor, forma undei de impulsie şi a măsurătorilor de laborator. De asemenea este de subliniat că s-a acordat o mai mare importanţă descrierii aspectului fizic al diferitelor fenomene privind teoria străpungerilor sau propagarea undelor în maşinile electrice şi mai puţin asupra matematizării lor. În acest mod monografia se poate adresa unui cerc mult mai larg de tehnicieni şi nu numai unui număr îngust de specialişti care s-au ocupat cu aceste probleme. Notaţiile folosite sînt cele mai indicate, utilizate în mod curent în literatura de specialitate.

În ceea ce priveşte desenele este necesar să menţionăm că Editura Academiei R.P.R. ar trebui să tindă la o prezentare mai uniformă, unele dintre desene fiind prezentate în condiţii tehnice foarte bune (fig. 9, 10, 65 etc.), altele însă mult mai slab (fig. 1, 19—21, 52, 60, 61 etc).

Ca observaţii generale este de menţionat că în unele cazuri terminologia folosită nu este cea mai indicată (unda de şoc în loc de unda de impulsie, paratrăsnet în loc de descărcător, inel de gardă în loc de inel de protecţie). Cu această ocazie este necesar să menţionăm că la noi în ţară nu există o standardizare sau cel puţin o precizare satisfăcătoare a diferitelor noţiuni din domeniul tehnicii tensiunilor înalte şi că ar fi foarte util ca această problemă să fie soluţionată. De asemenea ar fi fost mai indicat ca problema protecţiei maşinilor electrice (transformatoare şi maşini electrice rotative) să capete o extindere mai mare, în cadrul unui capitol special.

Aceste observaţii nu scad valoarea monografiei care prin tematica ei, precum şi prin faptul că tratează problema propagării undelor în maşinile electrice sub diferite aspecte, reprezintă o lucrare interesantă şi deosebit de utilă personalului nostru ingineresc.

În concluzie lucrarea de faţă reprezintă un aport preţios în rezolvarea problemei supratensiunilor atmosferice, ea adresîndu-se atît tehnicienilor şi inginerilor din producţie cît şi studenţilor electrotehnicieni şi electroenergeticieni.

Ing. G. Drăgan

Cronică

Consfătuirea: „Electrificarea agricolă şi rurală în R.P.R."

Bucureşti 6—8 martie 1958

Cu toţii sîntem pătrunşi de importanţa ridicării nivelului social, economic şi tehnic al producţiei agricole şi a populaţiei noastre rurale. Programul de socializare a agriculturii urmărit de partid şi guvern implică măsuri extinse în privinţa mecanizării şi electrificării zonei noastre agricole şi rurale. Lucrările începute au dat rezultate promiţătoare. S-au ivit însă, ca de obicei, dificultăţi şi lipsuri care au frînat dezvoltarea programată a electrificării în acest sector. De aceea Academia R.P.R. prin Institutul de Energetică, Ministerul Industriei Grele, prn Departamentul Energiei Electrice, ASIT prin secţia electrotehnică-energetică şi Ministerul Agriculturii şi Siviculturii au organizat o consfătuire pe ţară pentru relevarea progreselor realizate, critica lipsurilor, formularea unor deziderate către guvern şi a unui apel la tehnicienii şi inginerii de pe teren, din institutele de cercetări şi proiectări din departamente, fabrici, exploatări etc. în vederea îmbunătăţirii situaţiei şi a accelerării lucrărilor de electrificare a zonei agricole şi rurale.

Lucrările consfătuirii, s-au desfăşurat pe patru grupe: A) *Producerea şi distribuţia energiei electrice în scopuri agricole şi rurale*, raportor Conf. Ing. *C. Mihăileanu*, B) *Utilizarea energiei electrice în scopuri agricole şi rurale*, raportor, Prof. Ing. *N. Bimbulov*, C) *Agregate electrogene şi materiale electrotehnice pentru electrificări agricole*, raportor, Conf. Ing. *G. Lazaride* şi D) *Aspecte generale şi perspectivele electrificării agricole şi rurale în R.P.R.*, raportor Prof. Ing. *A. Romanovici*.

În secţia A un interes deosebit au avut comunicările: Conf. Ing. P. *Militaru*: *Sisteme de distribuţie de înaltă tensiune pentru electrificări rurale în* care a expus critic diferite sisteme (monofazate, trifazate, fără şi cu conductor pus la pămînt)

pe baza experienței cîștigate în Uniunea Sovietică cît și în țara noastră, unde funcționează o serie de rețele rurale din inițiativa tov. Ing. *N. Gheorghiu*, adjunct al Ministrului Industriei Grele, autorul a formulat principii și a indicat oportunitatea de a se utiliza anumite sisteme noi de distribuție.

— Prof. Ing. *N. Bimbulov* în comunicarea *„Reglarea automată a tensiunii în sistemele energetice agricole"* a expus un nou tip de regulator de tensiune cu amplificator magnetic combinat cu un sistem de compoundare a generatorului, care a fost încercat în rețele rurale și a dat rezultate corespunzătoare. Tot în această grupă s-a introdus o comunicare adhoc a tov. Prof. Dr. Ing. *Aurel Avramescu*-membru corespondent al Academiei R.P.R., despre conductoare speciale de oțel-aluminiu pentru electrificări rurale în care s-au arătat avantajele considerabile ce rezultă din introducere în rețelele rurale a conductoarelor OL-AL simetrice cu un conținut mai mare de oțel decît cel obișnuit, anume 3 : 4 sau 4 : 3. Calculele au arătat că putîndu-se utiliza secțiuni de 6,10 și 16 mm² Al fără nici un prejudiciu din punctul de vedere al rezistenței neeconomice, economiei de material sau, la un stoc egal de material, lungimea rețelelor realizabile — crește considerabil. La secțiuni mai mari avantajele scad în comparație cu conductorii normali OL—Al 1 : 6. Economia la secțiunile mici se extinde la stîlpi și fundații.

Se propune introducerea pe o scară largă a acestor conductori spre a putea mări fața de proiectele actuale, numărul de ate, arii și organizații agricole socialiste, electrificate complet.

În această grupă Ing. *M. Stein* și Ing. *C. Țencu* au prezentat comunicarea: *"Considerații asupra folosirii condensatoarelor serie în rețele de medie tensiune pentru electrificări rurale din R.P.R.*, care a interesat din cauza posibilității de construcție în țară a condensatoarelor respective.

În grupa B, s-a apreciat mult comunicarea tov. Ing. *L. Minduc*, *„Probleme de electrificare rurală dezbătute, în cadrul Comitetului de Energie Electrică ONU la Geneva* care a pus în evidență o serie de probleme cu caracter cu totul general și care preocupă toate țările.

— Tov. Prof. *N. Brînbulov* în comunicarea *„Utilizarea multiplă a motoarelor asincrone în întreprinderi agricole socialiste"* arată posibilitatea de a folosi din plin binefacerile acționării electrice pentru variate utilizări în mediul rural socialist.

Ing. *M. Weiss* și Ing. *Al. Pop* au prezentat lucrarea *„Tractorul electric și folosirea lui în munci agricole mobile*, iar Ing. *E. Fulga „Gardul electric"* ca mijloc de a conserva plantațiile și îngrădire a pășunilor de animale.

În grupa C, conferința tov. Ing. *C. Ferester* și Ing. *Șalgo* din M.I.G. cu subiectul *„Produse electrotehnice pentru electrificarea rurală"* a suscitat un interes deosebit deoarece prezenta sortimentele actuale și programul de fabricație viitor al industriei electrotehnice pentru mediul agricol și rural.

Conf. Ing. *A. Crișan*, Ing. *V. Saviuc* și Ing. *I. Șabatin* propun în comunicările lor *„Utilizarea conductoarelor de oțel în rețelele electrice rurale"*.

A.A.

* * *

Referatele și discuțiile au scos în evidență o serie de probleme, care se cer grabnic rezolvate. Astfel, în domeniul producerii. transportului și distribuției energiei electrice în scopuri agricole și rurale, referatele și discuțiile s-au referit în primul rînd, la producerea energiei electrice, dezbătîndu-se mult problema microcentralelor termice, hidraulice și eoliene. Au fost combătute părerile emise de a se continua construcția microcentralelor termice de puteri reduse pînă la 25 kw, ele prezentînd numeroase dezavantaje, dintre care cele mai însemnate sînt:

— fărîmițarea puterii instalate în unități nerentabile din punctul de vedere economic și al exploatării;
— greutăți în transportul de combustibil;
— dificultăți în procurarea pieselor de schimb;
— necesitatea unui personal numeros pentru exploatare;
— preț de cost ridicat al energiei electrice;
— întreruperi dese în funcționarea și deci slăbirea încrederii populației în eficacitatea electrificării.

Discuțiile au dus la concluzia că cele mai rentabile din punctul de vedere al electrificării rurale și agricole sînt centralele raionale de putere mijlocie, acestea oferind avantajul posibilității racordării unui număr mai mare de sate și, deci, înlăturarea majorității dezavantajelor menționate anterior. De asemenea ele oferă posibilitatea racordării unor consumatori mai importanți, cum ar fi, de exemplu, batozele de treier, acționarea pompelor pentru irigații pe suprafețe limitate etc.

Fără îndoială, că acolo unde este posibil din punct de vedere economic soluția racordării la sistemele energetice este cea mai recomandabilă.

S-a discutat, de asemenea, soluția microhidrocentralelor, ajungîndu-se la concluzia că acestea sînt recomandabile a se instala ori unde este posibil, folosind la maximum resursele hidraulice disponibile. Se recomandă de asemenea pe cît posibil interconectarea microcentralelor de acest fel pentru asigurarea schimburilor de energie.

S-a recomandat construirea microcentralelor termice, numai acolo unde există resurse locale de combustibili inferiori, neutilizabili în alte scopuri (și, de asemenea, posibilitatea construirii centralelor cu biogaz.

În domeniul transportului și distribuției energiei electrice, se recomandă studierea sistemului mixt de distribuție, în vederea introducerii lui pe scară largă. De asemenea s-a recomandat sistemul DCP care se pare că din punct de vedere economic va duce la rezultate bune. În problema materialelor pentru rețele s-a recomandat folosirea conductoarelor de oțel, ținînd seama de lucrările făcute în acest domeniu de colectivul ing. *Al. Crișan*. De asemenea se va da atenție conductoarelor de oțel-aluminiu de construcție specială, studiată de dr. ing. *A. Avramescu*. În ceea ce privește stîlpii, va trebui să se studieze posibilitatea confecționării unor stîlpi ieftini, adecvați rețelelor rurale, folosind betonul armat.

Consfătuirea a recomandat să se studieze posibilitatea folosirii și a altor produse ale industriei electrotehnice din țara noastră în mediul rural. S-a recomandat și studierea posibilităților de modificare a unor utilaje electrice, în scopul introducerii lor pe scară largă în economoa agricolă agrară. În fine, s-a recomandat construirea unor prototipuri noi de asemenea utilaje și introducerea lor în practică.

În domeniul agregatelor electrogene și al materialelor electrotehnice pentru electrificări agricole și rurale s-a recomandat, în primul rînd, să se țină seamă de necesitatea de aparate, utilaje și mașini pentru extinderea cît mai largă a utilizărilor energiei electrice în mediul rural. Pe de altă parte, trebuie să se țină seamă de faptul că satele noastre sînt lipsite de specialiști formați pentru a mînui acest utilaj. De aceea, este necesar ca utilajul fabricat să fie simplu de manevrat și totodată robust. De asemenea, o condiție esențială pentru acest utilaj este ca să fie și ieftin, pentru a fi cît mai ușor accesibil, numai astfel putînd avea o răspîndire largă.

S-a recomandat, de asemenea, introducerea unor sisteme de comandă, reglaj și protecție cît mai simple, dar în același timp și eficace, pentru ca să poată fi ușor deprinse de începători cu o calificare redusă.

Consfătuirea a considerat că pentru ca electrificarea rurală să se poată dezvolta în condiții mulțumitoare este necesar să se facă o propagandă susținută în jurul acestei probleme, pentru ca marele mase de la sate să fie convinse de necesitatea electrificării. În această privință ASIT-ului îi revine o sarcină importantă de a sprijini munca de lămurire, în special prin cercurile sale agricole.

Este necesară și crearea unor cursuri de nivel mediu pentru formarea specialiștilor pentru realizarea electrificării rurale și agricole. Aceștia pe lîngă cunoștințele de electrotehnică vor trebui să capete și cunoștințe de mașini și aparate electrice radiotehnică, mecanică etc.

Se poate considera, ținînd seamă de rezultatele obținute și de recomandările făcute, că această consfătuire și-a atins scopul cu atît mai mult cu cît numărul participanților la consfătuire și la discuții a fost însemnat.

V.B.

SOMMAIRE

CD 621.384.612 (S)

Nahman M. et *Oncescu M.* :

Le synchrophasotrone de 10 BeV de Doubna

Electrotehnica, **6** (1958) 4, 113

Après une brève présentation des principes généraux de fonctionnement des accélérateurs à particules élémentaires, on donne une description de principe du synchrophasotrone de 10 BeV de Doubna.

CD 621.3 :538.3

Timotin Al. :

La généralisation des théorèmes sur les forces de Lagrange

Electrotehnica, **6** (1958) 4, 119

On présente une généralisation des théorèmes sur les forces de Lagrange, qui rend utilisables ces théorèmes dans la plupart des situations qui requièrent la détermination des actions pondéromotrices du champ électromagnétique (nombre fini ou infini de degrés de liberté, milieux linéaires ou non-linéaires etc.). Cette généralisation est obtenue en utilisant les équations de Maxwell-Hertz pour l'électrodynamique des milieux en mouvement. On présente aussi un exemple d'application.

CD 621.319.53 :.621.316.729.

Hortopan Gh. :

Dispositif pour la synchronisation d'un générateur d'impulsion de tension à l'oscillographe cathodique

Electrotehnica, **6** (1958) 4, 126

On décrit les principaux types de dispositifs pour l'amorçage par commande extérieure des générateurs d'impulsions. On décrit un dispositif réalisé par l'auteur dans une variante originale, en présentant les performances obtenues.

CD 621.313.3—8.029.5

Bunea V. :

Problèmes pratiques posés par la fabrication d'un alternateur de 8000 Hz

Electrotehnica, **6** (1958) 4, 130

On expose les problèmes pratiques dont la solution a rendu possible la fabrication d'un alternateur de 8 000 Hz et 100 kVA. Les plus importantes de ces problèmes sont l'utilisation des tôles de 0,35 mm épaisseur, le centrage parfait du rotor, la disposition régulière des dents etc.

NOTES

CD 621.316.57

Vasilescu Angh. :

Interrupteurs rapides et interrupteurs normaux

Electrotehnica, **6** (1958) 4, 135

CD 621.313.333.2 :621.317.6.

Sora I. :

Contributions sur l'étalonnage des oscillogrammes résultant du relèvement expérimental de la caractéristique du couple des moteurs asynchrones avec rotor en court-circuit

Electrotehnica, **6** (1958) 4, 138

DOCUMENTATION, 140
COMPTES-RENDUS, 145
CHRONIQUE, 147

Pflug H.: CZ 621.313.04 :621.791.052

Tehnica sudării în construcția mașinilor electrice. Electrotechn. Z.—B **9** (1957) 6, 226—229.

Fourmarrier, M.: CZ 621.313

Încercări asupra supratensiunilor la deconectarea motoarelor de înaltă tensiune. Bull. Soc. franç. Electr. **7** (1957) 75, 166—180

Alger P.L., Ku Y,H.: CZ 621.313

Controlul turației motoarelor de inducție, utilizînd reactanțe saturabile. Electr. Engng, **76** (1957) 2, 136—140.

Wilhite J.G.: CZ 621.313

Calculul capacității periilor de cărbune. Electr. Engng. **76** (1957) 2, 117.

Sieron R.L., Granz D.A.: CZ 621.313

Determinarea pierderilor parazite de sarcină la mașinile de curent continuu. Electr. Engng. **76** (1957) 2, 148.

---

x x x: CZ 621.313

Cel mai mare turbogenerator din Europa pentru tracțiunea electrică B.B.C.—Mitt. **44** (1957) 3, 166.

Prossler H.: CZ 621.313

Fenomene tranzitorii în circuitul magnetic al mașinilor electrice cu circuite masive de fier. Arch. Elektrotechn. **43** (1957) 3, 187—211.

Dunner E.: CZ 621.313.001.6

Evoluția mașinilor electrice. Bull. Ass. Suisse Electr. **48** (1957) 11, 501—507.

Iglisch I.: CZ 621.313

Cu privire la legile de îmbătrînire a mașinilor electrice. Elektrotechn. Z—A. **78** (1957) 10, 356—358.

Shulman J. M.: CZ 621.313

Sisteme vibratoare în cazul montării verticale a motoarelor. Electr. Engng. **76** (1957) **1**, 56—58.

Laithwaith E.R., Lawernson P.J.: CZ 621 313

Motor de inducție autooscilant, pentru antrenarea suveicii. Proc. Inst. electr. Engrs. **104** (1957) 14, 93—101.

CZ 621.313.333:076.44

Wiliams F.C., Laithwaith E.R., Pigot L.S.:
Motoare de inducție fără perii, cu viteză variabilă. Proc. Inst. electr. Engrs. **104** (1957) 14, 102—122.

Aldred A.S., Doyle P.A.: CZ 621.313.322.016.35 :681.14.001.57
Studiul stabilității tranzitorii a mașinilor sincrone utilizînd mașini electronice de calculat prin analogie. Proc. Inst. electr. Engrs. **104** (1957) 14, 152—164.

Wichmann A.: CZ 621.313.

Despre interpretarea măsurărilor de izolație cu tensiune continuă a mașinilor electrice. Proc. Inst. electr. Engrs. **74** (1957) 8, 169—172.

Kessler A: CZ. 621.313.322.044.3.017.71

Calcularea încălzirii rotorului turbogeneratoarelor prin metoda rețelelor echivalente ale surselor de căldură. Arch. Elektrotechn. **43** (1957) 2, 133—140.

Weickert E.J.: CZ 621.313

Grupuri generatoare pentru furnizarea neîntreruptă a energiei. Elektrotechn. Z.—B **9** (1957) 4, 104—106.

Braun H.: CZ 621.313

Reglarea modernă a tensiunii generatoarelor mari cu ajutorul amplidinei ca excitatoare auxiliară. A.E.G.—Mitt. **47** (1957) 5/6, 123—124.

Driest Eb.: CZ 621.313,

Dispoziția excitatoarelor pentru mașini sincrone cu reglaj de tensiune prin amplidină. A.E.G.—Mitt, **47** (1957) 5/6, 125—127.

Renz E. : CZ 621.313.322

Generatoare sincrone autoregulatoare, de mică putere. A.E.G.—Mitt. **47** (1957) 5/6 132—135.

Droste W. : CZ 621.313.322

Generatoare trifazate compound de mare putere autoexcitate fără excitatoare. A.E.G.—Mitt. **47** (1957) 5/6, 128—131.

Renelt W. : CZ 621.313

Micromotoare sincrone cu autopornire. A.E.G.—Mitt. **47** (1957) 5/6, 168—169.

Kreisinger V. : CZ 621.313.013.33

Influența fierului asupra frecvențelor limită în înfășurările mașinilor rotative în cursul fenomenelor de impuls. Elektrotechn. Obz. **46** (1957) 6, 283—286.

Provaznik F. : CZ 621.313.017.7 :621.316.313

Modelele electrice reprezentînd regimurile termice nestaționare în mașinile electrice. Elektrotechn. Obz. **46** (1957) 6, 277—283.

Cesnak L. : CZ 631.313.32.042

Permeanța magnetică de substituție a unei mașini sincrone cu contur circular al întrefierului. Elektrotechn. Obz. **46** (1957) 6, p. 286—291.

Mayer J. CZ 621.313 :621.316.313

Legile modelelor pentru mașinile electrice. Elektrotechn Obz. **46** (1957) 6, 291—294.

Kucera J. : CZ 621.313.322.1.014.3

Curenți de scurteircuit în turbogeneratoare. Elektrotechnika **50** (1957) 4, 131—137

Csaki F. : CZ 621.313.322.013.82

Excitația rapidă a generatoarelor sincrone. Elektrotechnika **50** (1957) 5/6 167—179.

Kerenyi D. : CZ 621.313.322.2.017.71.083

Măsurători de încălzire la bobinele rotorice ale hidrogeneratoarelor. Elektrotechnika **50** (1957) 6, 198—202.

Dahlgren F. : CZ 621.313.045. :538.32.001.24

Cîteva metode pentru calcularea forțelor electrodinamice ce acționează asupra înfășurărilor mașinilor electrice. Elektrotechnika **50** (1957) 7, 251—259.

Vinogradov A.A. : CZ 621.313.322

Parametrii optimi ai unui sistem electronic pentru autoexcitarea generatoarelor sincrone mari. Electricestvo (1957) 8, 38—44.

Venikov V.A. Feodorov D.A. : CZ 621.313.325

In privința utilizării conpensatoarelor sincrone compensate. Electricestvo (1957), 9, 10—13.

Radin V.I. : CZ 621.313.047

Reacția curentului de comutație în amplidine. Electricestvo (1957) 9, 17—23.

Dimitriev N.M. : CZ.621.313.004.64

Asupra unei regularități a defectelor în mașinile electrice. Electricestvo (1957) 10, 29—33.

Kunitski N.P. : CZ 621.313

O caracteristică optimă de curent pentru un motor cu amplificare de flux într-o acționare electrică comandată prin amplidină. Electricestvo (1957) 10, 44—39.

Ivanov N.P. : CZ 621.313.322.81

Probleme în proiectarea turbogeneratoarelor cu răcire forțată. Electricestvo (1957) 11, 24—40.

Folii de izolare electrică

din
triacetat de celuloză
și acetobutirat cu excelente
proprietăți electrice și
mecanice

Cereți prospecte tehnice și oferte asupra diferitelor tipuri de la :

CHEMIEWERK Dr. PAUL STOCK G.m.b.H.
STARNBERG/OBB. — WESTDEUTSCHLAND GEGR. 1929

ERATA

În articolul : **„Formele generale ale rețelelor fictive, utilizate în metoda componentelor simetrice, la studiul rețelelor trifazate"** de ing. *M. Preda*, apărut în nr. 6/1957 se vor face următoarele rectificări :

— relația (6) se va citi : $n_n < n_m + n_c$

— la fig. 4, *b* impedanțele au valorile $\overline{\zeta}_0 + 2\overline{\mu}_0$ între $k_0 - 1_0$ și $\zeta_d + 2\overline{\mu}_i$ între $l_d - l_i$;

— la pag. 174 col. 2, ultimul rînd se va citi $\overline{Z}' = \overline{Z}''_m = 0$

— la fig. 5, *a* : a doua impedanță e $\overline{Z}'' - \overline{Z}'_m$.

— la fig. 5, *b* : se va citi $\overline{Z}' + 2\overline{Z}_m$ în loc de $\overline{Z}' + \overline{Z}'_m$ și se inversează la stea valoarea impedanței din brațul stîng cu cea din brațul superior, astfel încît în brațul superior să apară valoarea corelată $\dfrac{(\overline{Z}'' + 2\overline{Z}''_m) - (\overline{Z}' + 2\overline{Z}'_m)}{3}$

— la fig. 10, *b* între $k_1 - l_1$ trebuie să apară $\overline{U}_0$, $\overline{U}_d$ și $\overline{U}_i$.

— la fig. 11 schemele au apărut în ordinea *c*, *a*, *b*.

* * *

În articolul : **„Determinarea pe cale experimentală a caracteristicii cuprului la motoarele asincrone cu rotorul în scurtcircuit"** de ing. *Ioan Șora* apărut în nr. 12/1957 se va face rectificarea : la pag. 424, col. I, ultimul rînd se va citi Ing. Ioan Sora e *preparator principal* la Institutul Politehnic din Timișoara.

DICȚIONARUL POLITEHNIC

Editura Tehnică, București (1957) 768 pagini, lei 70.

Editura Tehnică și-a luat ca sarcină să scoată o nouă lucrare, menită să vină în sprijinul tehnicienilor din țara noastră și să ajute la ridicarea nivelului tehnic al tinerilor cadre, oferindu-le un bogat material informativ.

Este vorba de *„Dicționarul Politehnic"*, elaborat de un colectiv de autori, format din ing. Zissu Karniol, ing. Carol Neumann și prof. Radu Țițeica.

Dicționarul Politehnic este un dicționar enciclopedic într-un singur volum, cuprinzînd în articolele sale noțiuni din toate domeniile tehnicii, ale științelor aplicate și ale economiei tehnice, împreună cu o prezentare scurtă a proceselor tehnologice și a domeniilor de folosință în industrie a produselor. El constituie, ca temă, o reluare a vechilor dicționare explicative apărute mai de mult la Editura Tehnică, cum sînt „Micul Dicționar Tehnic" și „Dicționarul Tehnic", fără să poată fi însă considerat cu o reeditare a acestora. În adevăr, „Micul Dicționar Tehnic" și „Dicționarul Tehnic" — apărute în 1950, respectiv în 1953 — au constituit primele încercări de a pune la dispoziția unor pături cît mai largi de cititori interesați, o documentație pentru informarea strict științifică și în același timp rapidă, asupra conținutului termenilor științifici și tehnici. Însă cele două lucrări, nu numai că sînt de mult epuizate, dar cuprinsul lor a fost depășit, atît datorită faptului că știința și tehnica au rezolvat între timp importante probleme cît și faptului că în țara noastră s-au dezvoltat noi ramuri de producție.

În această situație „Dicționarul Politehnic" se prezintă ca o lucrare nouă, cu un număr mult mai mare de termeni, în special în domeniile: agricultură, construcții și materiale de construcții, fizică nucleară, automatizarea etc. Conținutul diferiților termeni din vechiul „Dicționar Tehnic" a fost extins și mult îmbunătățit, eliminîndu-se în mare parte, lipsurile și greșelile detectate în acea lucrare și ajungîndu-se totodată la un echilibru bun între numărul și volumul definițiilor din diferitele discipline. Definițiile și prezentarea sînt făcute, în general, la nivelul corespunzător învățămîntului mediu, tehnic sau teoretic. Termenii de largă circulație sînt prezentați la un nivel accesibil muncitorilor, iar termenii mai generali și abstracți de știință pozitivă, care nu intră în mod curent în preocupările tehnicienilor de nivel mediu, sînt tratați la nivel universitar. Materialul ilustrativ a fost, de asemenea, schimbat și împărțit, punîndu-se accentul pe desene în perspectivă și pe scheme funcționale, mai ușor accesibile. Un element inedit îl constituie introducerea, la sfîrșitul lucrării, a unei serii de note biografice ale celor mai importanți reprezentanți ai științei și tehnicii mondiale și ale oamenilor de știință din țara noastră.

Dicționarul Politehnic este o lucrare de mare importanță pentru toți cei care se preocupă de știință și tehnică și este, așa cum se prezintă, o lucrare de valoare, fapt confirmat de referatele preliminare, ca și de referatele diverșilor specialiști care au făcut controlul științific al dicționarului.

E 2040

IKAI

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
REFERATIVA

ELECTROTEHNICA

5

Electrotehnica — București

Anul 6 ★ nr. 5 ★ mai 1958

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂȚEANU, conf. ing. D. DAMSKER, laureat, al premiului de Stat, conf. ing. ST. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R. laureat al Premiului de Stat

Către cititorii noștri

Urmărind îmbunătățirea continuă a conținutului și a formei revistei noastre, Comitetul de redacție a luat numeroase măsuri, al căror scop este de a face revista mai utilă, mai documentată și mai atrăgătoare masei cititorilor. Unele din aceste măsuri necesită explicații și o îndrumare pentru a asigura o întrebuințare rațională a revistei. Unele explicații se dau mai jos, iar pentru informații de detaliu rugăm pe cititorii noștri să se adreseze direct redacției revistei noastre.

Revista are următoarele părți: partea de fond, partea documentară și inseratele.

1. Partea de fond *conține: articole, note discuții, referate, recenzii, norme și standarde și cronica. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică și o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detașeze și să se lege formînd colecția revistei.*

1.1. Articole. *Articole de fond privind luări de poziții, comentarii față de evenimente politice, economice și tehnice de importanță mare.*

Articolele tehnico-științifice, tehnico-economice sau tehnologice (4—6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză, se publică în condițiile comunicate autorilor pe prima contrapagină a numerelor revistei din anul 1957. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacțională destinată a situa articolul în tematica revistei și în problematica actuală a domeniului, cu sublinierea importanței sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a ușura regăsirea unui articol într-o colecție de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care împreună cu fișele documentare ale sumarelor în limba română și în patru limbi străine permit identificarea obiectului articolelor și pentru cititorii străini care nu cunosc limba română.

În același timp sumarele pe fișe (v. mai jos) și tablele de materii anuale, pe 5 ani etc. dau posibilitatea regăsirii ușoare a unui articol în colecție.

1.2. Notele *sînt expuneri mai scurte și de o importanță mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal și se introduc în sumarele anuale.*

1.3. Discuții *asupra unor lucrări sau articole apărute constînd dintr-o luare de poziție și un răspuns se admit fără ca Redacția să ia un angajament sau responsabilitate în ce privește părerile exprimate. Discuțiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori și cititori.*

1.4. Referatele *sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din țară și din străinătate care se consideră de către redacție a fi interesante și utile cititorilor. Indicația bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele și referințe bibliografice).*

1.5. Recenzii *sînt prezentări mai ample și critice ale unor lucrări de anvergură, cărți monografii, dizertații. Recenzorii se aleg de către redacție printre persoanele competente în domeniul respectiv și care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă și să permită îmbunătățiri la o nouă ediție.*

1.6. Norme și standarde *este o rubrică de prezentare a ultimilor știri privind redactarea și apariția de norme și standarde electrotehnice în țară și străinătate (norme internaționale).*

1.7. Cronica *servește la anunțarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii: congrese, conferințe, aniversări, comemorări etc.*

2. Partea documentară *a revistei este mult amplificată față de trecut avînd în vedere nevoia acută de a promova și îmbunătăți documentația tehnico-științifică în masa inginerilor și tehnicienilor electricieni.*

2.1. Sumarele *sînt redactate în cinci limbi sub formă de fișe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificație zecimală și referințe bibliografice normale (denumirea și numărul revistei se repetă pe fiecare fișă). Dispuse pe fanioane care se detașează la scoaterea broșelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate și ordonate în fișiere bibliografice individuale, ca și:*

2.2. Titlurile *unor articole recente din periodice din țară și străinătate, care pot să prezinte interes pentru inginerii sau tehnicienii noștri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4.).*

3. Inseratele sînt:

3.1. Anunțuri *de evenimente și apeluri către cititori sau autori.*

3.2. Reclame *și prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi electrotehnice din țară și străinătate.*

Condițiile pentru inserarea de anunțuri și reclame se comunică de către redacție celor interesați.

Redacția speră a fi acționat în interesul cititorilor luînd aceste măsuri și își propune ca obiectiv și în viitor să facă revista cît mai utilă, mai interesantă și cît mai vie.

Revista „Electrotehnica", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele. Editor: Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. Redacția: București, Str. Ion Ghica nr. 3, telefon 3 57 28 — 3 07 30. Administrația și Casieria: București, Cal. Victoriei, 118, telefon 4 06 24. Redacția își rezervă toate drepturile privind lucrările precum și materialul grafic ilustrativ apărut în revistă cît și cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual: pentru întreprinderi lei 96, individual lei 30. Prețul unui exemplar: lei 5. Abonamentele se primesc la sediul administrației sus indicate. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 3, București.

ELECTROTEHNICA

Anul 6 Nr. 5 mai 1958

SUMAR

1 Mai ziua solidarităţii internaţionale a celor ce muncesc, 149

Powell C. F.; **Declaraţia Federaţiei Mondiale a Oamenilor de Ştiinţă cu privire la armele nucleare.** 150

O declaraţie a profesorului Frédéric Joliot—Curie, 151

CZ 530 : 537.1 : 538.1

Răduleţ R. :

O contribuţie în problema dimensiunilor mărimilor fizice

Electrotehnica **6** (1958) 5, 152

Problema numărului de unităţi de măsură independente e rezolvată prin consideraţii făcute exclusiv asupra speciilor de mărimi primitive şi a ecuaţiilor lor de definiţie, independent de mărimile derivate şi de legile care se stabilesc după introducerea mărimilor primitive. Se clarifică problema constantelor universale şi a dimensiunilor lor.

CZ 621.3.016.1.001.24 : 621.313.3

Fransua Al. :

Calculul cuplurilor maşinilor de curent alternativ cu ajutorul teoremei forţelor generalizate

Electrotehnica **6** (1958) 5,161

Aplicîndu-se teorema forţelor generale în cîmpurile magnetice învîrtitoare. se calculează pe o cale unitară corectă şi elegantă expresiile cunoscute ale cuplurilor din maşinile de curent alternativ.

CZ 538.252.001.24

Ţugulea A. :

Calculul prin aproximaţie al permeanţelor

Electrotehnica **6** (1958) 5, 164

Problema calculului capacităţilor, permeanţelor magnetice şi a conductanţelor se reduce la calculul unui factor geometric comun pentru configuraţii geometric identice, denumit permeanţă. Pe baza unor teoreme de maxim şi minim a cîmpurilor laplaciene se stabilesc metode pentru calculul unor valori de încadrare a permeanţelor reale al căror calcul exact nu este posibil. Ca aplicaţie se calculează valor le care încadrează permeanţa unui întrefier cu crestături dreptunghiulare deschise.

CZ 621.319.53

Hortopan Gh. :

Un generator de impuls de tensiune de 750 kV

Electrotehnica **6** (1958) 5, 172

Este descris generatorul de impuls de tensiune proiectat de autor şi construit la Institutul de Cercetări Electrotehnice din Bucureşti. Se dau amănunte constructive şi indicaţii de pro.ectare. Se prezintă performanţele obţinute în exploatare.

CZ 621.316.57.064.25

Mathe B. :

Elaborarea unei construcţii modernizate de întreruptor în ulei mult la 15 kV

Electrotehnica **6** (1958) 5, 176

Se prezintă o construcţie modernizată realizată la fabrica Electroputere. Sînt date indicaţii de proiectare şi rezultatele încercărilor tip la care a fost supusă. Construcţia prezentată are avantaje tehnico-economice nete faţă de construcţiile fabricate anterior.

DISCUŢII, 184

CRONICĂ, 185

REFERATE, 186

CONTENTS

1st of May — day of workers'international solidarity, 149

Powell C.F. : **Declaration of the Scientiots'World Federation concerning the nuclear weapons**, 150

A declaration of professor Frédéric Joliot-Curie, 151

DC 530.537.1.538.1

Răduleț R. :

A contribution to the problem of physical quantities dimensions

Electrotehnica **6** (1958) 5,152

The problem of the number of independent units of measure is solved by considerations made exclusively upon the primitive quantities varieties and on their definition equations, independently from the derived quantities and from the laws established after the introduction of the primitive quantities. The problem of universal constants and their dimensions are clarified.

DC 621.3.016.1.001.24 : 621.313.3

Fransua Al. :

Calculating couples of alternative current machines by means of generalized forces theorem

Electrotehnica **6** (1958) 5, 161

By the application of the general forces theorem in magnetic fields, the known expressions for couples of alternative current machines are calculated in a unitary correct and elegant way.

DC 538.252.001.24

Țugulea A. :

Calculations by approximation of permeances

Electrotehnica **6** (1958) 5, 164

The problem of calculating capacities, magnetic permeances and conductances is reduced to the calculus of a common factor for the same geometrical feature, denominated permeance. On basis of some maximum and minimum theorems of Laplace-ian fields, methods for computing certain intercalary values of real performances, the calculation of which is not possible, are established. As an application, the value including the permeance of an air gap with open rectangular slots is computed.

DC 621.319.53

Hortopan Gh. :

A 750 kV tension pulse generator

Electrotehnica **6** (1958) 5, 172

The voltage pulse generator designed by the author and constructed at the Institute for Electrical Engineering Research in Bucharest is described. Constructional details and projecting indications are given. The performances obtained in exploitation are exposed.

DC 621.316.57.064.25

Mathe B. :

The elaboration of a modernized construction of an oil circuit breaker rated at 15 kV

Electrotehnica **6** (1958) 5, 176

A modernized construction performed at the factory „Electroputere" is presented. Projecting hints and the results obtained from typical tests to which it was undergone are given. The presented construction have plain technical and economical advantages as compared with former constructions.

DISCUSSIONS, 184
CHRONICLE, 185
ABSTRACTS, 186

СОДЕРЖАНИЕ

1. Мая — день международной солидарности трудящихся, 141

Powell C.F.: **Заявление международной Федерации Научных Работников по вопросу ядерного оружия, 150**

Заявление профессора Фредерика Жолио Кюри, 151

Д. К. 530:537.1: 538.1.

Rădulet R.

К вопросу о задаче размерностей физических величин.

Electrotehnica **6** (1958) 5, 152

Показывается, что число независимых единиц измерения физических величин может быть определено однозначно, принимая во внимание только примитивные величины и уравнения их определения, независимо от производных величин и физических законов, которые устанавливаются только после введения примитивных величин. Выясняется также задача универсальных постоянных и их размерностей.

Д. К. 621.3.016.1.001.24: 621.313.3

Fransua Al.

Расчет моментов электрических машин переменного тока применением теоремы обобщенных сил.

Electrotehnica **6** (1958) 5, 161

Применением теоремы обобщенных сил в магнитных вращающих полях единообразно выводятся известные выражения моментов машин переменного тока.

Д. К. 538.252.001.24

Țugulea A.

Приближенный расчет проводимостей.

Electrotehnica 6 (1958) 5, 164

Расчет емкостей, магнитных и электрических проводимостей сводится к расчету общего множителя при тождественной геометрической конфигурации. На основе теорем дающих экстремумы функционала энергии в потенциальных полях, приводятся методы расчета двух пределов, между которыми находится истинное значение проводимости, точный расчет которой невозможен. В качестве примера расчитывается верхний и нижний предел проводимости зазора с открытыми прямоугольными пазами.

Д. К. 621.319.53

Hortopan Gh.

Генератор импульсных напряжений на 750 кв.

Electrotehnica **6** (1958) 5, 172

Описан генератор импульсных напряжений, разработанный автором в Бухарестском научно-исследовательском электротехническом институте. Приводятся конструктивные подробности и указания для проектирования, а также данные по эксплуатации.

Д. К. 621.316.57,064.25

Mathe B.

Разработка модернизированной конструкции масляного выключателя на 15 кв.

Electrotehnica **6** (1958) 5

Описана модернизированая конструкция выключателя, созданная на заводе "Электропутере". Даны указания для проектирования и результаты типовых испытаний. Описанная конструкция имеет неоспоримые преимущества в сравнении с предыдущими конструкциями.

ДИСКУСИИ, 184
ХРОНИКА, 185
РЕФЕРАТЫ, 186

INHALTSVERZEICHNIS

1. Mai — Tag der internationalen Solidarität der Werktätigen, 149

Powell C. F.: **Die Erklärung des Weltbundes der Wissenschaftler hinsichtlich der Kernwaffen**, 150

Eine Erklärung des Professors Frédéric Joliot-Curie, 151

DK 530 : 537.1.538.1

Rădulet R.:

Ein Beitrag zum Problem der Dimensionen physikalischer Grössen

Electrotehnica **6** (1958) 5, 152

Das Problem der Anzahl der unabhängigen Dimensionen ist durch gewisse ausschliesslich auf die primitiven Grössen und auf deren Definitionsgleichungen beruhenden Überlegungen, gelöst unabhängig von den abgeleiteten Grössen und von den Gesetzen die nach der Einführung primitiver Grössen festgelegt werden. Die Frage der Universalkonstanten und deren Dimension wird erläutert.

DK 621.3.016.001.24 : 621.313.3

Fransua Al.:

Die Berechnung der Drehmomente von Wechselstrommaschinen mit Hilfe des Satzes von den verallgemeinerten Kräften

Electrotehnica **6** (1958) 5, 161

Durch Anwendung des Satzes von den allgemeinen Kräften auf die magnetischen Drehfelder berechnet man mittels einer einheitlichen korrekten und eleganten Methode die bekannten Ausdrücke der Drehmomente von Wechselstrommaschinen.

DK 538.252.001.24

Țugulea A.:

Die Berechnung der Leitfähigkeiten durch Eingrenzung

Electrotehnica **6** (1958) 5, 164

Das Problem der Berechnung von Kapazitäten, magnetischen Leitfähigkeiten und der Induktanzen vereinfacht sich durch die Berechnung eines geemeinsamen geometrischen Formfaktors, genannt numerische Leitfähigkeit. Auf Grund gewisser Maximum-und Minimumsätze der Laplace'schen Felder werden Methoden zur Berechnung von angenäherten Grenzwerten der wirklichen Leitfähigkeit festgesetzt, deren genaue Berechnung nicht möglich ist. Als Anwendungsbeispiel werden die Werte berechnet, welche die Leitfähigkeit eines Luftspaltes mit offenen rechteckigen Nuten begrenzen.

DK 621.319.53

Hortopan Gh.:

Ein Stosspannungs generator für 750 kV

Electrotehnica **6** (1958) 5, 172

Es wird der Stosspannungsgenerator beschrieben, welcher vom Verfasser entworfen und im Bukarester Institut für elektrotechnische Forschungen ausgeführt wurde. Es werden konstruktive Einzelheiten und Entwurfsangaben besprochen.

DK 621.316.57.064.25

Mathe B.:

Die Konstruktion eines modernen Ölschalters

Electrotehnica **6** (1958) 5, 176

Es wird eine von der Fabrik „Electroputere" ausgeführte modernisierte Konstruktion dargestellt. Es werden Entwurfsangaben besprochen und die Ergebnisse der ausgeführten Versuche angegeben. Die dargestellte Konstruction weist einwandfreie technisch-wirtschaftliche Vorteile gegenüber den früheren Ausführungen auf.

DISKUSSIONEN, 184
CHRONIK, 185
REFERATE, 186

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 6 nr. 5 București, mai 1958

1 Mai ziua solidarității internaționale a celor ce muncesc

MAI *puțin de șapte decenii ne despart de acel 1 Mai, cînd pentru prima oară pe străzile și în piețile orașelor din mai multe țări au ieșit coloane de muncitori care revendicau limitarea prin lege a zilei de lucru la opt ore. Sîngele martirilor care au plătit cu viața acest drept legitim nu s-a vărsat însă zadarnic. Din mînia lor s-a născut hotărîrea de a lupta, năzuința spre solidaritatea internațională. Așa s-a născut sărbătoarea de 1 Mai, simbol al luptei neabătute împotriva exploatării și războiului, pentru unitatea internațională a clasei muncitoare.*

Revoluția din 1917 din Rusia, în urma căreia clasa muncitoare a răsturnat capitalismul și — pentru prima oară în istorie — a preluat puterea, a însuflețit într-o măsură uriașă sărbătorirea zilei de 1 Mai. Revoluția rusă a întărit voința și spiritul de organizare al oamenilor muncii, care au făcut din 1 Mai o demonstrație a forțelor și solidarității clasei muncitoare.

Pe altarul luptei împotriva imperialismului s-au adus multe jertfe. Dar această luptă a dat roade bogate.

Astăzi, socialismul nu mai reprezintă viitorul îndepărtat, ci prezentul luminos pentru o treime din omenire. Aceasta este calea pe care păşesc popoarele Uniunii Sovietice, Chinei și ale celorlalte țări de democrație populară, calea revoluției socialiste, înfăptuită de masele populare sub conducerea clasei muncitoare, în frunte cu partidul marxist-leninist combativ.

Intrecerea dintre cele două sisteme mondiale dezvăluie tot mai evident superioritatea socialismului în toate domeniile vieții : în economie, cultură, știință și tehnică. Astăzi majoritatea omenirii, care s-a smuls din ghiarele îndelungatei robii capitaliste începe să ajungă din urmă și în unele domenii chiar să depășească cele mai înaintate state capitalist-colonialiste. Depășindu-și condiția cosmică oamenii sovietici au început asaltul pentru supunerea universului. Exemplul lor este nu numai însuflețitor, ci și edificator ; el indică un drum verificat de viață. Existența puternicului sistem mondial al socialismului ușurează diferitor țări mersul lor înainte.

Pentru țara noastră anul 1957 a marcat un pas înainte pe linia industrializării țării. Astfel, volumul producției industriale a fost de 4,2 ori mai mare decît în anul 1948; producția mijloacelor de producție a crescut în această perioadă de peste cinci ori, iar producția bunurilor de consum de aproape trei ori și jumătate. In ramurile construcției de mașini ca și în industria materialelor de construcții, producția a crescut față de anul 1948 de aproape opt ori, iar în industria chimică de aproape șapte ori.

In ceea ce privește ramura energetică și electrotehnică, în ultimii ani s-au obținut succese importante. Astfel au fost construite peste 20 de termo și hidrocentrale iar în prezent se apropie de sfîrșit lucrările marii hidrocentrale „V. I. Lenin" de la Bicaz. La începutul acestui an, puterea instalată a centralelor electrice este de două ori mai mare decît puterea instalată în vechea Romînie.

In paralel cu industria producătoare de energie electrică se dezvoltă industria electrotehnică. Astfel pentru realizarea planului de electrificare se fabrică între altele : transformatoare de forță de toate puterile și tensiunile pînă la 20 000 kVA *respectiv* 110 kV, *aparataj de înaltă tensiune pînă la* 110 kV, *relee, aparate de măsură, cabluri etc.*

Lucrările recentei consfătuiri de la Constanța a muncitorilor din domeniul agriculturii, au scos în evidență și realizările însemnate în politica de transformare socialistă a agriculturii noastre. Peste 1 500 000 familii de țărani muncitori, convingîndu-se prin propria lor experiență de roadele marii producții socialiste, au pornit cu încredere pe drumul arătat de partid — drumul cooperativizării agriculturii. Sectorul socialist din agricultură cuprinde astăzi 52,4% din suprafața agricolă a țării.

Intîmpinînd cu noi succese în muncă ziua de 1 Mai, oamenii muncii din țara noastră și-au manifestat din nou, cu toată hotărîrea, atașamentul pentru construcția și consolidarea socialismului, în patria noastră.

Război războiului ! această lozincă a fost înscrisă pe flamurile lui 1 Mai încă la începutul veacului nostru. Chemarea a răsunat cu o forță irezistibilă după ce în Rusia clasa muncitoare a răsturnat orînduirea imperialistă și a pus bazele unei lumi noi — lumea socialismului. In acest răstimp — modest în raport cu scara istoriei seculare și milenare a popoarelor — raportul de forțe s-a schimbat radical

în favoarea socialismului. Spre deosebire de puterile imperialiste, țările socialiste în frunte cu Uniunea Sovietică duc o politică consecventă de pace, luptă pentru menținerea și întărirea păcii, pentru coexistența pașnică a celor două sisteme. Iar astăzi există o posibilitate reală pentru a se preîntîmpina un nou război mondial, pentru a se izbăvi omenirea de primejdia unui nou război.

Hotărîrea Uniunii Sovietice de a înceta unilateral experiențele cu arme nucleare, izvorînd din dorința fierbinte de a face primul pas pe calea dezarmării atomice, este un exemplu pe care oamenii muncii de pretutindeni cer să-l urmeze neapărat și celelalte puteri occidentale care posedă arme nucleare.

Inițiativa guvernului sovietic pentru convocarea unei conferințe la nivel înalt, a găsit, de asemenea, un ecou fără precedent în opinia publică mondială. In vasta campanie de masă pentru zădărnicirea planurilor cercurilor agresive, pentru convocarea conferinței marilor puteri, se alătură din tot sufletul și poporul nostru. Intre 21—22 iunie se va ține la București, conferința națională a mișcării pentru pace din R.P.R., acțiune ce se încadrează în pregătirile ce au loc în întreaga lume în vederea congresului mondial al popoarelor pentru dezarmare și coexistență pașnică ce va avea loc la Stockholm între 16 și 22 iulie a. c.

Țara noastră care face parte din puternicul lagăr socialist, se călăuzește în politica sa externă pe principiul leninist al coexistenței pașnice, sprijinind orice acțiune în folosul consolidării păcii și întreprinzînd propriile ei acțiuni pentru dezvoltarea relațiilor între state, cum este, de exemplu, propunerea guvernul R. P. Romîne în vederea unei înțelegeri între statele balcanice.

Vizita tov. Chivu Stoica, președintele Consiliului de miniștri al R.P.R. și a persoanelor care l-au însoțit într-o serie de țări asiatice este și ea o contribuție pe linia coexistenței pașnice.

Ce poate opune astăzi imperialismul perspectivei rapide de înaintare spre comunism, spre belșug, spre un nivel tot mai înalt de dezvoltare a forțelor de producție, spre ridicarea necontenită a nivelului de trai din țările socialismului ? Milioane de șomeri în Statele Unite, teamă tot mai mare de ziua de mîine în țările Europei occidentale, mizerie neagră în atîtea țări, falită politică de pe poziții de forță. Sumbru tablou pentru exponenții unei orînduiri socialiste condamnate.

*

Sărbătorind 1 Mai 1958, muncitorimea din țările socialiste a întins oamenilor muncii din toate țările mîna, în numele prieteniei, păcii și solidarității, pentru statornicirea unui climat de propășire în slujba omului și a umanității.

Declarația Federației Mondiale a Oamenilor de Știință cu privire la armele nucleare

De mai mulți ani Federația Mondială a Oamenilor de știință a atras atenția asupra primejdiilor pe care le au în față generația noastră și generațiile viitoare, în urma exploziilor experimentale cu arme nucleare.

Mărimea acestor riscuri nu poate fi, nici chiar astăzi evaluată cu precizie, dar mulți specialiști competenți le consideră ca foarte grave.

Față de aceste primejdii Federația Mondială a repetat cu stăruință că este necesară încheierea unui acord internațional pentru încetarea exploziilor experimentale, acord a cărui violare clandestină ar deveni imposibilă prin adoptarea unui sistem adecvat de control. O astfel de măsură este nu numai de importanță vitală pentru sănătatea unui foarte mare număr de ființe din lumea întreagă dar ea ar constitui de asemenea prima etapă, atît de necesară, către restabilirea încrederii reciproce între marile puteri.

Acuma este bine stabilit, de pildă, că un sistem de control relativ modest care ar dispune de posturi la distanțe de 800 km între ele, ar face aproape sigură detectarea unor explozii experimentale chiar atît de slabe ca cele corespunzînd la 1 000 tone de T.N.T. *) Un astfel de sistem ar impieta în cea mai mică măsură asupra suveranității statelor și stabilirea sa a fost deja în principiu acceptată de către puterile reprezentate în fosta comisie de dezarmare a Organizației Națiunilor Unite. Punerea sa în funcțiune ar furniza o experiență folositoare pentru organizarea unui control mai larg care ar putea să constituie un element important al unui acord general de dezarmare.

Negocierea unui acord internațional pentru încetarea exploziilor experimentale ar putea să prevină marile primejdii pentru pacea mondială care ar decurge din extinderea fără restricții a armelor nucleare la alte țări, chiar dintre cele mici. Ea ar putea stăvili actuala cursă a înarmărilor — care absoarbe aproape jumătate din mijloacele tehnice și științifice ale lumii — și ar împiedica-o să devoreze o proporție și mai mare din tezaurele statelor. Aceasta ar facilita prin urmare folosirea unor mari mijloace pentru construcția pașnică spre cel mai mare folos al tuturor popoarelor.

Este un fapt bine cunoscut că încetarea exploziilor experimentale cu arme nucleare a constituit timp de mai mulți ani, un important subiect de tratative în sînul subcomitetului pentru dezarmare al Națiunilor Unite, fără însă să se ajungă la vreun acord.

Pentru motivele mai sus arătate, Federația Mondială a Oamenilor de Știință salută călduros hotărîrea guvernului Uniunii Sovietice de a suspenda exploziile nucleare experimentale. Ea cheamă cu insistență guvernele interesate să ia măsuri asemănătoare pentru suspendarea exploziilor experimentale și să stabilească pe cale de tratative un sistem eficace de control care să asigure respectarea acestei măsuri. Acesta ar constitui o primă etapă pe calea unui acord general pentru interzicerea tuturor armelor nucleare și ar înlătura cursa nebunească a înarmărilor ; de asemenea aceasta va contribui într-o măsură importantă la o reglementare militară și politică generală acceptabilă pentru toate puterile, ceea ce va duce la o pace stabilă și trainică.

C. F. POWELL

Membru al Societății Regale, Laureat al Premiului Nobel Președinte al Federației Mondiale a Oamenilor de Știință

*) trinitrotoluen

O declarație a profesorului Frédéric Joliot-Curie

Hotărînd la 31 martie 1958 încetarea în mod unilateral a experiențelor nucleare, guvernul sovietic a făcut un act de înaltă umanitate și de o foarte mare importanță.

Exploziile nucleare efectuate la suprafața sau deasupra scoarței pămîntului, răspîndesc în atmosferă elemente radioactive, dintre care radiostroniu 90 și radiocesiu au o lungă durată a vieții și se fixează în plante, animale și în corpul omului. Exploziile nucleare succesive creează o acumulare de radioelemente dăunătoare și fac să atîrne asupra omenirii — chiar în timp de pace — o serioasă amenințare. Se detectează de pe acum, cu ajutorul aparatelor speciale de mare sensibilitate, unele dintre aceste radioelemente fixate în organismul oamenilor care trăiesc în regiuni chiar foarte îndepărtate de locurile unde au avut loc exploziile. Firește, acești produși radioactivi fixați în organismul nostru sînt în cantitate foarte redusă, iar dozele de radiații pe care le emit sînt încă inferioare celor pe care le tolerăm fără primejdii aparente. Dacă sînt îndoieli, întemeiate pe anumite argumente științifice, în ceea ce privește absența primejdiei din partea acestor doze actualmente constante, se poate totuși afirma că acestea vor deveni repede primejdioase dacă se va continua producerea exploziilor nucleare experimentale.

Se încearcă să se liniștească opinia publică recurgîndu-se la observațiile serviciilor de detectare a radioactivității atmosferei, al căror rol ar fi de a preveni populația în cazul în care primejdia ar deveni iminentă.

Produșii dăunători ai unei explozii nucleare nu se distribuie în mod uniform în întreaga atmosferă, ci formează mari dîre, adevărați nori invizibili, care se deplasează o dată cu curenții de aer din jurul pămîntului. Astfel, precipitațiile radioactive pot fi local, și chiar deseori foarte departe de locul exploziei cu mult mai serioase și mai primejdioase decît lasă să se creadă calculele simpliste. Se poate de altfel face o oarecare analogie între funcționarea acestor servicii de detectare a radioactivității atmosferei și cea a serviciilor meteorologice. Fără să negăm marea utilitate a previziunilor meteorologice, știm cu toții că uneori natura dezminte aceste previziuni. Erorile de prevedere privind radioactivitatea vor fi imposibil de evitat, dar în acest caz ele vor avea consecințe foarte grave și ireparabile.

Hotărîrea sovietică a adus o mare ușurare și multe speranțe sutelor de milioane de oameni care trăiesc sub această amenințare de ani de zile și care sînt îngrijorați pentru soarta copiilor lor. Pe drept cuvînt le apare ușor realizabil ca Statele Unite și Marea Britanie să ia aceeași hotărîre. Exploziile nucleare sînt detectabile de la mare distanță și la nevoie, organizarea unui control nu prezintă dificultăți serioase.

Unele cercuri se opun unui astfel de act concret, pe care îl califică drept gratuit și propagandistic și se străduiesc să creeze confuzie, cerînd în prealabil soluționarea teoretică a tuturor problemelor privind în același timp experiențele cu arme nucleare, armamentul nuclear și armamentul clasic. Dacă este adevărat că unele din aceste probleme sînt legate între ele și că trebuie depuse eforturi neîntrerupte pentru găsirea unei soluții acceptabile tuturor, nu este totuși mai puțin adevărat că problema privind încetarea experiențelor cu armele nucleare poate fi rezolvată chiar acum, așa cum o dovedește gestul guvernului sovietic.

Bunul simț al popoarelor nu se înșală cînd acordă o importanță acestui gest. Ele văd în aceasta o dovadă concretă a voinței de a pune capăt unei groaznice amenințări și de a crea un climat favorabil soluționării celorlalte probleme ale unei dezarmări reale. Refuzul de a merge pe această cale este desigur contrar sentimentelor opiniei publice internaționale.

O ședință a Conferinței militare a Consiliului NATO va fi consacrată instalării rampelor de lansare a rachetelor atomice pe teritoriul mai multor țări din Europa Occidentală.

Aceste măsuri nu corespund nici voinței de pace a tuturor popoarelor și nici actualei situații internaționale. Inițiative ca planul Rapacki pentru crearea în Europa a unei zone lipsită de arme atomice, discuțiile prealabile în vederea convocării unei Conferințe la nivelul cel mai înalt, precum și hotărîrea sovietică de încetare unilaterală a experiențelor nucleare, au contribuit la îmbunătățirea situației internaționale. In aceste condiții nu trebuie făcut nici un gest și nu trebuie luată nici-o măsură ce ar putea compromite și reduce șansele unor tratative.

Este reconfortant să vedem cu cîtă forță popoarele își exprimă astăzi dorința lor de pace. Să continue, să-și întărească și mai mult acțiunile, și vor obține din partea oamenilor de stat interzicerea oricărei politici bazate pe forță cum și o deliberată orientare către tratative, dezarmare și colaborare.

Paris, 12 aprilie 1958.

O contribuţie în problema dimensiunilor mărimilor fizice

REMUS RĂDULEŢ — Bucureşti*)

Problema dimensiunilor mărimilor fizice, în particular a celor electrice şi magnetice, e o problemă foarte contraversată. Autorul prezintă un punct de vedere nou în această problemă, arătînd că dimensiunile mărimilor fizice care caracterizează un domeniu de cercetare, sînt complet determinate de modul în care aceste mărimi se introduc în teoria considerată.

CZ 530.1 : 537.1 : 538.1

1. **Formularea problemei dimensiunilor.** În formulările curente ale problemei dimensiunilor mărimilor fizice se fac următoarele operaţii : se disting diferitele specii de mărimi ; se stabileşte numărul de unităţi de măsură independente ; se definesc sistemele de măsură coerente ; se deosebesc speciile de mărimi fundamentale şi cele secundare, iar apoi se definesc dimensiunile speciilor de mărimi fizice şi constantele universale [1], [2]. În această problemă nu există între cercetători unitate de vedere în stabilirea numărului de unităţi de măsură independente şi al constantelor universale. În privinţa mijloacelor de prezentare, cercetătorii se împart în două grupuri : unii prezintă problema în ecuaţii cu mărimi, iar ceilalţi o prezintă în ecuaţii cu valori. Dacă se conduc corect operaţiile, această deosebire nu are nici o influenţă asupra rezultatelor analizei problemei dimensiunilor şi a constantelor universale. Vom alege cel de al doilea fel de prezentare, care e mai cunoscut, fără a marca prin aceasta o preferinţă pentru el.

Obiectul prezentei lucrări consistă în aducerea unei prime contribuţii a autorului în problema dimensiunilor. Ea se bazează pe distingerea (cunoscută) de specii de mărimi primitive şi derivative, şi introduce o clasificare a ecuaţiilor de definiţie a mărimilor primitive (cînd există astfel de ecuaţii), pe baza căreia se arată că problema controversată a numărului de unităţi de măsură independente poate fi rezolvată fără ambiguitate prin consideraţii făcute exclusiv asupra speciilor de mărimi primitive împreună cu eventualele lor ecuaţii de definiţie, independent de mărimile derivate şi de *legile* care se stabilesc *după* ce s-au introdus speciile primitive ; se clarifică astfel totodată problema constantelor universale din Fizică şi a dimensiunilor lor. Cum vom arăta, cele două probleme controversate provin din faptul că se utilizează în problema dimensiunilor legile care se stabilesc *după* introducerea mărimilor primitive. Fiindcă diferiţii cercetători definesc în moduri diferite mărimile primitive şi derivate, vom formula întîi explicit şi definiţia pe care se bazează lucrarea noastră.

2. **Specii de mărimi.** O mărime fizică e cunoscută cînd e dat procedeul de măsură, unitatea ei de măsură şi rezultatul măsurării. Mărimile care se pot măsura prin acelaşi procedeu de măsură constituie o specie de mărimi fizice. De exemplu, 3 m şi 5 km sînt mărimi de aceeaşi specie, dar 3 m şi 5 s sînt mărimi de specii diferite.

Procedeul de măsură, operaţie experimentală care se efectuează în anumite condiţii, asociază fiecărei mărimi fizice date o anumită mărime matematică scalară, vectorială, tensorială etc., numită „valoarea" ei în raport cu unitatea de măsură utilizată. În locul mărimilor vectoriale, tensoriale etc., se poate opera şi cu componentele lor scalare, la care vom limita în principal consideraţiile. Pentru ca o operaţie experimentală să fie considerată procedeu de măsură, trebuie ca ea să îndeplinească anumite condiţii. De exemplu, ea trebuie să fie reproductibilă. Condiţia principală din punctul de vedere metrologic, pe care trebuie să o satisfacă un procedeu de măsură, e următoarea : Raportul dintre valorile (scalare) a două mărimi fizice de aceeaşi specie, dar date oricum (de ex. două lungimi, două sarcini electrice etc.), trebuie să fie independent de unitatea de măsură unică, utilizată pentru măsurarea lor ; acest raport trebuie să fie deci un scalar invariant faţă de schimbarea unităţii de măsură. Această condiţie prezintă importanţă în formularea curentă a problemei dimensiunilor mărimilor fizice.

3. **Mărimi derivate.** Din punctul de vedere al felului în care se introduc în Fizică, mărimile fizice se împart în două clase : mărimi derivate şi mărimi primitive.

Mărimile care se definesc cu ajutorul altora, presupuse cunoscute, şi din ale căror valori (sau creşteri de valori) rezultă valorile lor *fără* a face nici un apel nou la *experienţă*, se numesc mărimi *derivate*. Viteza, de exemplu, e o mărime derivată, fiindcă se defineşte cu ajutorul lungimii şi a duratei, presupuse cunoscute, fără a face un nou apel la experienţă.

În general, o mărime derivată m se defineşte punînd valoarea ei egală cu o anumită funcţiune care depinde fie de valorile mărimilor folosite în definiţie, fie de creşterile valorilor acestor mărimi ; dacă le notăm cu $m_1, m_2, \ldots m_i$, punem

$$m = f(m_1, m_2, m_3, \ldots, m_i). \qquad (1)$$

În definiţia vitezei, de exemplu, $(\mathbf{v} = \frac{\mathrm{d}\mathbf{r}}{\mathrm{d}t})$, se folosesc creşterile razei vectoare $\mathbf{r}$ şi timpului t.

Formula pe care o constituie egalitatea (1) dintre valoarea unei mărimi derivate şi funcţiunea de valorile altor mărimi, prin care se defi-

*) Prof. dr. ing. R. Rădulet, membru corespondent al Academiei R.P.R., este şeful catedrei Electrotehnică I a Institutului Politehnic din Bucureşti şi Directorul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.

neşte mărimea derivată, o numim formula de definiţie a mărimii derivate. Conform condiţiei metrologice principale, trebuie ca formula de definiţie a unei mărimi derivate să satisfacă şi condiţia ca raportul valorilor (scalare) a două mărimi concrete, de specia ei, date oricum, să fie independent de unităţile de măsură alese pentru mărimile utilizate în formula de definiţie. Această condiţie metrologică principală permite să se determine forma generală pe care trebuie să o aibă formulele de definiţie (1). O demonstraţie cunoscută arată că această formulă trebuie să fie de exemplu de forma :

$$m = C m_1^{c_1}, m_2^{c_2}, \ldots, m_i^{c_i}, \qquad (2)$$

unde C este o constantă, iar produsele pot fi produse oarecare, definite în calculul cu scalari, cu vectori, cu tensori etc.

Procedeul de măsură a unei mărimi derivate rezultă din formula ei de definiţie (2), prin simplă analiză logică, în funcţiune de procedeele de măsură a celorlalte mărimi din formula de definiţie.

4. **Mărimi primitive**. Noile mărimi, cu ajutorul cărora se defineşte o anumită mărime derivată, pot fi şi mărimi derivate, definite în prealabil. Dacă se definesc însă mereu noile mărimi derivate cu ajutorul altor mărimi, se reduce din ce în ce mai mult numărul de mărimi folosite în definiţii şi încă nedefinite cu ajutorul altora. Se ajunge astfel la o treaptă a analizei, în care mărimile folosite în definiţii nu mai pot fi definite exclusiv cu ajutorul altor mărimi şi *fără* a face un nou apel la *experienţă*. Ele trebuie introduse deci direct prin indicarea unităţii lor de măsură şi prin indicarea explicită a procedeului prin care se măsoară, posibilitatea de efectuare a acestui procedeu în lumea fizică fiind asigurată de apelul făcut la experienţă. Ele se numesc mărimi fizice *primitive*, spre deosebire de mărimile derivate. În prezentarea curentă a Fizicii, lungimea l, timpul t şi masa inertă m, de exemplu, sînt cele trei mărimi primitive utilizate în Mecanică*), (cîte una pentru Geometrie, Cinematică şi Dinamică) ; sarcina electrică q, intensitatea microscopică **e** a cîmpului electric şi inducţia magnetică microscopică **b** sînt cele trei mărimi primitive folosite în Teoria electronilor ; temperatura ϑ e mărimea primitivă a Teoriei căldurii ; intensitatea luminii e mărimea primitivă a Fotometriei ; intensitatea sunetului e mărimea primitivă a Fonometriei ; pseudosarcina mesonică şi intensitatea cîmpului mesonic sînt mărimile primitive ale Teoriei cîmpului nuclear. În această prezentare, în care se renunţă la distincţia dintre masa inertă şi masa grea, Fizica are deci 11 mărimi primitive.

După ce s-au introdus mărimile primitive ale unui domeniu de cercetare (de exemplu ale Mecanicii), mărimile derivate ale domeniului pot fi definite, în ultimă analiză, direct în funcţiune de mărimile primitive (ale acelui domeniu, şi eventual ale altor domenii, presupuse constituite în prealabil), punînd valoarea lor m egală cu o anumită funcţiune (2) de valorile sau de creşterile valorilor mărimilor primitive : p_1, p_2, p_3, . . . p_n, adică :

$$m = S p_1^{s_1}, p_2^{s_2}, \ldots, p_n^{s_n}. \qquad (2, \text{a})$$

Mărimile derivate se introduc în ştiinţă numai pentru a uşura descrierea stărilor şi a fenomenelor. În principiu, o ramură a ştiinţei se poate constitui şi numai cu ajutorul mărimilor ei primitive.

Calitatea de mărime primitivă şi mărime derivată, chiar şi într-o aceeaşi teorie, e relativă : într-o anumită prezentare se pot folosi drept mărimi primitive mărimi care, în altă prezentare, sînt derivate ; în acest caz, tot atîtea mărimi primitive ale ultimei prezentări sînt însă mărimi derivate în prima, aşa încît numărul de mărimi primitive rămîne neschimbat.

5. **Unităţi de măsură coerente**. Constantele C şi S din formulele de definiţie (2), (2,a) fac parte din definiţiile mărimilor derivate respective. Dacă se aleg, o dată pentru totdeauna, valorile acestor constante, adică dacă valorile acestor constante nu se schimbă o dată cu unităţile de măsură ale mărimilor utilizate în definiţii, constantele se numesc coeficienţi şi se spune că formulele de definiţie respective au formele de coerenţă ale formulelor. Dacă se schimbă valorile acestor constante o dată cu schimbarea unităţilor de măsură ale mărimilor utilizate în definiţiile mărimilor derivate, se spune că formulele nu au forma lor de coerenţă. În prezent, toate mărimile derivate se definesc în Fizică în funcţiune de altele prin formule care au o formă de coerenţă. Forma de coerenţă a formulei de definiţie a unei mărimi derivate determină atît unitatea ei de măsură, cît şi valoarea ei şi procedeul de măsură, în funcţiune de unităţile de măsură, de valorile sau de creşterile valorilor şi în funcţiune de procedeele de măsură a mărimilor utilizate în acea formulă de definiţie. În adevăr, unitatea de măsură a mărimii derivate, care corespunde unităţilor de măsură ale mărimilor din forma de coerenţă a formulei ei de definiţie — şi care se numeşte unitatea ei coerentă cu unităţile de măsură ale acelor mărimi, este aceea pentru care funcţiunea din forma de coerenţă a formulei de definiţie are valoarea egală cu unitatea.

Rezultă că unităţile de măsură ale mărimilor derivate nu pot fi variate independent de unităţile de măsură ale mărimilor care intervin în definiţia lor — şi cu care sînt coerente. Valoarea mărimii derivate, în unităţi de măsură coerente, e însăşi valoarea funcţiunii din forma de coerenţă a formulei ei de definiţie. Coerenţa dintre unităţile de măsură ale mărimilor derivate e deci asigurată, dacă fiecare mărime derivată e definită, prin forma de coerenţă a formulei ei de definiţie, în funcţiune de mărimile primitive ale

*) De fapt ar trebui ca şi forţa să fie introdusă ca mărime primitivă, dar acest lucru nu se obişnuieşte în prezentarea curentă a Fizicii.

domeniului respectiv. De altă parte, am arătat că procedeul de măsură a unei mărimi derivate rezultă din formula ei de definiție (indiferent dacă aceasta are forma ei de coerență sau nu), prin simplă analiză logică, în funcțiune de procedeele de măsură a celorlalte mărimi din formula de definiție, adică, în ultimă analiză, în funcțiune de procedeele de măsură a mărimilor primitive ale domeniului din care fac parte. Rezultă că, dacă într-un domeniu de cercetare procedeele de măsură a mărimilor primitive sînt realizabile în lumea fizică, acest fapt asigură și posibilitatea de realizare a procedeelor de măsură a mărimilor derivate. De aceea am deosebit mărimile derivate, care pot fi definite în funcțiune de altele *fără* a face un nou apel la experiență (în special în privința posibilității de realizare a procedeului de măsură) — de mărimile primitive, pentru care posibilitatea de realizare a procedeului de măsură trebuie să fie asigurată în mod *independent*, pe cale experimentală. Pentru a pune în evidență această deosebire, relațiile de definiție a mărimilor derivate le-am numit formule, fiindcă exprimă o simplă regulă de urmat, a cărei posibilitate de realizare e asigurată în prealabil, iar relațiile de definiție a mărimilor primitive le-am numit ecuații.

6. **Introducerea mărimilor primitive**. Din punctul de vedere al relațiilor matematice folosite la introducerea mărimilor primitive, în cele mai generale condiții în care pot fi utilizate aceste mărimi, speciile acestora se împart în patru clase : specii pentru care *nu* există ecuații de definiție ; specii care au numai o *ecuație parametrică* de definiție, în care intervine adică în mod necesar și o valoare *arbitrară* a unei mărimi dintr-o altă specie, introdusă în prealabil ; specii care au *ecuație neparametrică* de definiție, în care *nu* intervin adică valori arbitrare ale speciilor de mărimi introduse în prealabil, și specii care se introduc *deodată*, împreună cu o altă specie primitivă, astfel încît perechea de specii de mărimi are o singură ecuație *neparametrică* de definiție (în care nu intervin adică valori arbitrare ale speciilor de mărimi introduse în prealabil).

Lungimea, de exemplu, fiind prima specie de mărimi primitive care se introduce în Fizică, nu poate fi definită folosind valorile altor specii primitive, fiindcă alte specii de mărimi primitive încă nu sînt definite. Ea face deci parte din speciile primei clase. Pentru celelalte specii de mărimi primitive, sau pentru perechile formate din celelalte specii de mărimi primitive, se pot folosi însă ecuații matematice de definiție, fiindcă s-a introdus în prealabil cel puțin lungimea (și mărimile derivate în ea, ca unghiul, aria, volumul etc.).

Pentru a introduce specia de mărimi numite duratele t dintre două evenimente, se poate folosi, de exemplu, diferența $\Delta\alpha$ dintre unghiurile, în raport cu un plan meridian pămîntesc, formate din razele vectoare dintre Pămînt și pozițiile pe care le ocupă o aceeași stea, simultan cu cele două evenimente. Dacă $\Delta\alpha_1$ este diferența de unghiuri care corespunde unității de timp, și $\Delta\alpha$ e diferența de unghiuri care corespunde timpului dintre cele două evenimente considerate, timpul se poate introduce prin relația :

$$\frac{t}{t_1} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta\alpha_1}, \tag{3}$$

unde $t_1 = 1$. Timpul face, deci, parte din grupul speciilor mărimilor primitive în a căror relație de definiție intervine o valoare arbitrară ($\Delta\alpha_1$) a unei alte specii de mărimi (unghiul în felul de definire ales de noi, care nu e singurul posibil), adică face parte din cea de a doua clasă de mărimi primitive. — Din aceeași clasă fac parte masa inertă, temperatura, intensitatea luminii și intensitatea sunetului.

Dintre speciile de mărimi primitive introduse în studiul microfizic al fenomenelor electrice, sarcina electrică q și intensitatea microscopică a cîmpului electric $\mathbf{e}$ se introduc deodată, printr-o singură ecuație neparametrică :

$$\mathbf{F} = q\mathbf{e}, \tag{4}$$

$\mathbf{F}$ fiind forța asupra micului corp cu sarcina q, în punctul de intensitate microscopică $\mathbf{e}$ a cîmpului considerat. Perechea q, $\mathbf{e}$ face deci parte din cea de a patra clasă de specii de mărimi primitive, fiindcă are o singură relație de definiție, în care nu intervin valori arbitrare. Se înțelege că forța $\mathbf{F}$ poate fi descompusă oricînd în produsul dintre un factor scalar q și unul vectorial $\mathbf{e}$; faptul că q depinde numai de corpul de probă, iar $\mathbf{e}$ numai de starea celorlalte sisteme fizice nu poate rezulta însă decît din experiență. Apelul făcut la experiență pune în evidență caracterul de specie primitivă atît al sarcinii electrice, cît și al intensității microscopice a cîmpului electric. — Perechea formată din pseudosarcina mesonică și intensitatea cîmpului mesonic face parte din aceeași clasă.

Noua inducție magnetică microscopică $\mathbf{b}''$ avînd valoarea absolută egală cu cîtul dintre forța $\mathbf{F}$, care se exercită într-un cîmp magnetic asupra unui mic corp de probă care se mișcă cu viteza (arbitrară) $\mathbf{v}$ față de sistemul de referință inerțial lorentzian, și dintre produsul sarcinii corpului prin această viteză $\mathbf{v}$, definită prin ecuația

$$\mathbf{F} = q\,\mathbf{v} \times \mathbf{b}'', \tag{5}$$

are o ecuație de definiție neparametrică, adică face parte din cea de a treia clasă de mărimi primitive.

Împărțirea speciilor de mărimi primitive în patru clase, din punctul de vedere al ecuațiilor lor de definiție, prezintă importanță în stabilirea independenței unităților de măsură ale unora dintre speciile de mărimi fizice.

7. **Numărul minim de specii cu unități de măsură independente**. Ecuațiile de definiție neparametrice ale speciilor de mărimi primitive au aceeași structură ca și formulele de definiție ale mărimilor derivate. Dacă se folosește deci forma de coerență a acestor ecuații, rezultă din fiecare ecuație neparametrică unitatea de măsură a cîte unei specii de mărimi primitive, în funcțiune de unitățile cunoscute sau alese arbitrar ale celorlalte. Ecuațiile de definiție parametrice (cum sînt ecuațiile de definiție a timpului și masei inerte), chiar dacă au forma de coerență, nu pot fi însă utilizate fără convenții suplimentare pentru a determina unitățile acestor specii de mărimi în funcție de unitățile celorlalte specii, din cauza valorii arbitrare care intervine în ele. Numărul minim de unități de măsură independente e deci egal cu diferența dintre numărul de specii primitive și numărul maxim de ecuații neparametrice de definiție, care se pot utiliza pentru definirea lor (și cărora li se dă forma de coerență). Cum Fizica are 11 mărimi primitive, în sensul pe care l-am dat acestor mărimi, și cum, pentru introducerea acestora se pot utiliza cel mult trei ecuații neparametrice de definiție (una pentru sarcina electrică și intensitatea cîmpului electric, una pentru pseudosarcina mesonică și intensitatea cîmpului mesonic și una pentru noua inducție magnetică), rezultă că în Fizică trebuie să se utilizeze un minim de 8 unități de măsură independente. Ecuațiile care exprimă legile care se stabilesc *după* ce s-au introdus mărimile primitive nu intervin deci în problema numărului de unități de măsură independente.

Numărul minim de specii de mărimi cu unități de măsură independente, determinat după criteriul indicat mai sus, a variat în cursul evoluției Fizicii. Astfel, el a crescut cu cîte o unitate cînd s-au adăugat Mecanicii : Căldura, Electromagnetismul, Fotometria, Fonometria și Teoria cîmpului mesonic. De asemenea, el a scăzut cu o unitate cînd s-a fondat teoria electromagnetică a luminii [2], cu alte cuvinte, cînd s-a descoperit că mărimea primitivă a Opticii fizice vechi, vectorul lui Fresnel $\mathbf{f}$, e identic cu intensitatea cîmpului electric $\mathbf{E}$. În adevăr, înainte de fondarea teoriei electromagnetice a luminii, vectorul lui Fresnel era o mărime primitivă care nu avea o ecuație neparametrică de definiție și deci Optica utiliza o mărime cu unitate de măsură independentă, care a dispărut o dată cu punerea identității $\mathbf{f} \equiv \mathbf{E}$.

Un caz important de reducere cu o unitate a numărului de specii de mărimi cu unități de măsură independente a survenit în cursul evoluției Teoriei macroscopice a cîmpului electromagnetic. În această teorie se utilizează 8 mărimi primitive pentru descrierea macroscopică a fenomenelor electrice și magnetice : sarcina electrică adevărată q, momentul electric $\mathbf{p}$, intensitatea curentului electric de conducție i, intensitatea cîmpului electric $\mathbf{E}$, intensitatea-inducție electrică $\mathbf{D}'$, momentul magnetic $\mathbf{m}$, intensitatea cîmpului magnetic $\mathbf{H}$ și intensitatea-inducție magnetică $\mathbf{B}'$ [3].

Dintre aceste mărimi, perechea constituită din sarcina adevărată q și intensitatea cîmpului electric $\mathbf{E}$ are o singură ecuație neparametrică de definiție, analogă cu (4) :

$$\mathbf{F} = q\,\mathbf{E}, \tag{6}$$

unde $\mathbf{F}$ e forța de natură electrică exercitată într-un canal vid, foarte strîmt și avînd o anumită direcție, practicat în corpul considerat, asupra micului corp de probă electrizat (și a cărui sarcină adevărată e q). Intensitatea-inducție electrică $\mathbf{D}'$ are o ecuație neparametrică de definiție :

$$\mathbf{D}' = \frac{\mathbf{F}}{q}, \tag{7}$$

unde micul corp de probă, încărcat cu sarcina q și asupra căruia se exercită forța de natură electrică $\mathbf{F}$, e presupus situat într-o fantă foarte strîmtă, vidă, a cărei normală are direcția canalului vid utilizat în definiția mărimilor q și $\mathbf{E}$. Momentul electric are o ecuație neparametrică de definiție, dată de exemplu de ecuația :

$$\mathbf{F} = \operatorname{grad}\,(\mathbf{p}\,\overset{\downarrow}{\mathbf{E}}), \tag{8}$$

în care $\mathbf{F}$ e forța exercitată în canalul vid, utilizat pentru definiția mărimii $\mathbf{E}$, asupra micului corp de probă care are momentul $\mathbf{p}$, iar gradientul operează numai asupra mărimii $\mathbf{E}$. Intensitatea curentului electric i are de asemenea o ecuație parametrică de definiție bazată pe efectele electrochimice. Rezultă că studiul macroscopic al fenomenelor electrice mărește cu 5 numărul de mărimi primitive ale Fizicii și numai cu 4 numărul de ecuații neparametrice de definiție a lor, adică el mărește cu o unitate (prin ecuația 6) numărul speciilor de mărimi cu unități de măsură independente din celelalte ramuri ale Fizicii.

Înainte de descoperirea electromagnetismului, studiul fenomenelor magnetice mărea de asemenea cu o unitate numărul de specii de mărimi cu unități de măsură independente, din celelalte ramuri ale Fizicii. În adevăr, în acest stadiu, în care se fondase numai Magnetostatica, perechea de mărimi constituită de momentul magnetic $\mathbf{m}$ și intensitatea cîmpului magnetic $\mathbf{H}$ avea o singură ecuație neparametrică de definiție, de exemplu ecuația :

$$\mathbf{F} = \operatorname{grad}\,(\mathbf{m}\,\overset{\downarrow}{\mathbf{H}}), \tag{9}$$

în care $\mathbf{F}$ e forța exercitată într-un canal vid, foarte strîmt și avînd o anumită direcție, asupra micului corp de probă magnetizat (care are momentul magnetic $\mathbf{m}$). Intensitatea-inducție

magnetică $\mathbf{B}'$ avea o ecuație neparametrică de definiție :

$$\mathbf{F} = \text{grad } (\mathbf{m} \overset{\downarrow}{\mathbf{B}}'), \qquad (10)$$

unde micul corp, de moment $\mathbf{m}$, asupra căruia se exercită forța $\mathbf{F}$, e situat într-o fantă foarte strîmtă, vidă, a cărei normală are direcția canalului vid utilizat în definiția mărimilor $\mathbf{m}$ și $\mathbf{H}$. Fiindcă Magnetostatica adăuga trei mărimi primitive noi și numai două ecuații neparametrice de definiție, rezultă că ea mărea în adevăr cu o unitate numărul de specii de mărimi cu unități de măsură independente. Înainte de fondarea Electromagnetismului, studiul macroscopic al fenomenelor electrice și magnetice adăuga deci în total trei specii de mărimi cu unități de măsură independente, la cele trei ale Mecanicii (de ex. sarcina electrică, intensitatea curentului electric și momentul magnetic) — și numărul total de mărimi pentru Mecanică și Electromagnetism era șase. Această situație s-a schimbat o dată cu descoperirea faptului că un cîmp magnetic exercită forțe și momente asupra circuitelor electrice parcurse de curenți de conducție. În adevăr, aceste acțiuni ponderomotoare se pot utiliza pentru a defini cu ajutorul lor, printr-o ecuație neparametrică, noua inducție magnetică $\mathbf{B}''$, proporțională cu intensitatea-inducție a cîmpului magnetic (factorul de proporționalitate fiind o constantă universală : $\gamma_0 \mu_0$). În acest caz ecuațiile neparametrice (9) și (10) servesc numai pentru definirea mărimilor $\mathbf{m}$ și $\mathbf{H}$ — și Magnetismul adaugă trei mărimi primitive noi, însă și trei ecuații neparametrice de definiție, așa încît el nu mărește numărul speciilor de mărimi cu unități de măsură independente. Astfel, studiul macroscopic al tuturor fenomenelor electrice și magnetice adaugă deci în total numai două specii la speciile de mărimi cu unități de măsură independente — și numărul total de astfel de mărimi se reduce la cinci pentru Mecanică și Electromagnetism. Noua ecuație neparametrică, pe care o adaugă Electromagnetismul, e de exemplu :

$$\mathbf{C} = i\mathbf{A} \times \mathbf{B}'', \qquad (11)$$

unde cuplul de natură magnetică $\mathbf{C}$ se exercită asupra unei mici bucle care are vectorul arie $\mathbf{A}$ și e parcursă de curentul de conducție i, în sensul care se asociază după regula burghiului drept vectorului arie $\mathbf{A}$, iar noua inducție $\mathbf{B}''$ e proporțională cu $\mathbf{B}'$ ($\mathbf{B}'' = \gamma_0 \mu_0 \mathbf{B}'$), bucla fiind situată în fanta vidă utilizată mai sus pentru definirea mărimii $\mathbf{B}'$.

Situația s-a schimbat din nou o dată cu întemeierea teoriei electronilor, în care intensitatea curentului electric apare ca mărime derivată și, deci, numărul de mărimi cu unități de măsură independente s-a redus de la cinci la patru. Densitatea microscopică $\mathbf{J}_m$ a curentului electric se definește în teoria electronilor prin produsul dintre densitatea de volum ρ a sarcinii electrice și viteza locală $\mathbf{v}$ a purtătorului ei :

$$\mathbf{J}_m = \rho \mathbf{v}. \qquad (11, a)$$

Afirmația că pe baza teoriei macroscopice a fenomenelor electromagnetice ar rezulta numai patru mărimi mecanice și electromagnetice cu unități de măsură independente se bazează de fapt pe definiția intensității curentului (de conducție) din teoria electronilor, care constituie o anticipație asupra unei mărimi microscopice, nejustificată prin mijloace strict macroscopice.

Numărul de unități de măsură independente nu e afectat nici de considerarea mărimilor derivate, fiindcă fiecare mărime de acest fel adaugă cîte o ecuație de definiție, care poate avea o formă de coerență. Considerarea mărimilor derivate provoacă deci numai o complicație inutilă în problema numărului de unități de măsură independente.

8. **Mărimi fundamentale și mărimi secundare** Uneori nu e util ca speciile de mărimi ale căror unități de măsură sînt variate independent să fie toate specii de mărimi primitive. Ele ar putea fi și anumite specii de mărimi derivate. În acest caz, forma de coerență a relațiilor de egalitate utilizate pentru definiția acestor specii derivate ar determina unitățile de măsură ale anumitor specii primitive în funcțiune de unitățile de măsură ale acestor specii cu unități de măsură variate independent [4].

Speciile de mărimi ale căror unități de măsură se variază îndependent se numesc specii de mărimi *fundamentale*, pentru a putea fi deosebite de celelalte; fie fiindcă sînt mai puține decît speciile primitive, fie fiindcă ele ar putea fi și specii de mărimi derivate. Vom nota speciile fundamentale cu $q_1, q_2, \ldots, q_n$ și vom folosi ecuații de definiție de tipul (2, b)

$$m = A q_1^{a_1} q_2^{a_2} \ldots q_n^{a_n}.$$

Speciile ale căror unități de măsură depind de unitățile speciilor fundamentale (în virtutea formei de coerență a relațiilor de egalitate utilizate în definiții) se numesc specii de mărimi *secundare*.

Numărul de specii de mărimi fundamentale e deci de asemenea egal cu diferența dintre numărul de specii de mărimi primitive și numărul de ecuații de definiție neparametrice ale acestora, adică e egal tot cu opt, indiferent dacă speciile fundamentale sînt primitive sau derivate. Nici în această problemă nu intervin deci ecuațiile care exprimă legile stabilite *după* ce s-au introdus mărimile primitive.

Unii cercetători consideră primitive numai speciile de mărimi care nu pot fi introduse în Fizică decît cu unități de măsură independente, adică cele fără ecuație de definiție, cele cu ecuație parametrică de definiție, cum și una din mărimile perechii care se introduce printr-o singură ecuație neparametrică de definiție. În această

prezentare mai strîmtă, alegerea mărimii primitive din pereche rămîne arbitrară. Prezentarea diferită nu afectează însă numărul de specii cu unități de măsură independente.

9. **Sisteme de unități de măsură coerente.** Dacă se aleg, dintre speciile de mărimi primitive și derivate, toate cele opt specii fundamentale necesare (conform indicațiilor de sub 7 și 8) și se determină, în funcțiune de unitățile de măsură ale acestor opt specii fundamentale, unitățile de măsură coerente cu ele ale tuturor speciilor de mărimi secundare, se obține un sistem de unități de măsură coerente. Cum rezultă din considerațiile de mai sus, aplicate diferitelor ramuri ale Fizicii în ordinea constituirii lor, sistemul de unități de măsură coerente al Mecanicii are trei specii de mărimi fundamentale, Căldura și Electromagnetismul mai adaugă cîte o specie, mărind numărul la cinci, Fotometria și Fonometria mai adaugă de asemenea cîte o specie de mărimi fundamentale, mărind acest număr la șapte, iar Teoria cîmpului mesonic mai adaugă o alta, mărind numărul la opt.

Dacă situația de început, în care se găsește Teoria cîmpului mesonic, justifică rezerva conferințelor internaționale în privința recomandării unei unități de măsură independente a pseudosarcinii mesonice, e curios că aceste conferințe au rezolvat problema alegerii a numai șase unități de măsură independente, pentru Mecanică și Căldură, Electromagnetism și Fotometrie, fără a lua vreo măsură în privința alegerii unității de măsură independente a Fonometriei.

10. **Dimensiunile speciilor de mărimi fizice.** Dacă *valoarea* unei mărimi *variază fără a se schimba unitatea ei de măsură*, se spune că valoarea are o variație *materială* sau că *mărimea variază*; dacă *valoarea* unei mărimi *nu are variație materială*, variația valorii ei condiționată de *schimbarea unității ei de măsură* se numește variație *formală* a valorii; se spune că în aceste condiții mărimea *nu variază*. Dimensiunea unei specii de mărimi, în raport cu un sistem dat de mărimi fundamentale, exprimă variația formală a valorilor mărimilor speciei în funcțiune de variațiile formale ale valorilor mărimilor fundamentale, ale sistemului, în ipoteza că unitatea de măsură a speciei considerate rămîne mereu coerentă cu unitățile speciilor fundamentale ale sistemului.

Dacă se schimbă unitățile de măsură ale speciilor fundamentale q_i, astfel încît raportul dintre valorile vechilor și noilor lor unități, exprimate toate în raport cu unități date, să fie r_i, raportul dintre noile și vechile valori q_{iN} și q_{iV}, care au variat formal, e de asemenea egal cu r_i, conform condiției metrice principale :

$$r_i = \frac{q_{iN}}{q_{iV}}. \tag{12}$$

În condițiile (12) se schimbă și unitatea de măsură a fiecărei specii secundare m, care rezultă din forma de coerență a ecuației de definiție, astfel încît raportul între valorile vechii și noii ei unități, exprimate într-o unitate unică, adică și raportul dintre noua și vechea ei valoare, care a variat formal, e :

$$r = \frac{m_N}{m_V}. \tag{13}$$

Raportul se poate calcula din forma de coerență a ecuației de definiție (2, b) a speciei de mărimi secundare. În adevăr :

$$m_V = C q_{1V}^{a_1} q_{2V}^{a_2} q_{3V}^{a_3}, \ \ldots, \ q_{nV}^{a_n};$$

$$m_N = C q_{1N}^{a_1} q_{2N}^{a_2} q_{3N}^{a_3}, \ \ldots, \ q_{nN}^{a_n}.$$

Prin împărțire membru cu membru, se obține relația căutată între variația formală a valorii mărimilor speciei secundare și variațiile formale ale valorilor mărimilor fundamentale, în ipoteza coerenței :

$$r = r_1^{a_1} r_2^{a_2} \ldots r_n^{a_n}. \tag{14}$$

În trecut, această relație se exprima punînd că specia secundară m are dimensiunea a_1 în raport cu specia fundamentală q_1, dimensiunea a_2 în raport cu specia fundamentală q_2, etc. În vechea accepțiune a termenului dimensiune, o specie secundară are deci, în raport cu fiecare dintre speciile fundamentale, o dimensiune egală cu exponentul pe care-l are acea specie în ecuația de definiție a speciei secundare considerate. De exemplu, aria are dimensiunea *2* în raport cu lungimea și dimensiuni nule în raport cu toate celelalte specii fundamentale; viteza are dimensiunea *1* în raport cu lungimea, dimensiunea *—1* în raport cu timpul și dimensiuni nule în raport cu toate celelalte specii fundamentale.

În accepțiunea mai nouă a termenului, dimensiunea unei specii, în raport cu un sistem de specii fundamentale, e însuși produsul rapoartelor r_i dintre noile și vechile valori ale mărimilor speciilor fundamentale, ridicate la puterile a_i, la care aceste mărimi intervin în ecuația de definiție a speciei în funcțiune de mărimile speciilor fundamentale, produs care e egal cu raportul r dintre noua și vechea valoare a mărimii speciei considerate. Dimensiunea e deci însuși membrul al doilea al ecuației (14). Ea e egală și cu produsul valorilor pe care vechile unități ale speciilor fundamentale le au în raport cu noile lor unități, ridicate la puterile la care valorile mărimilor fundamentale intervin în ecuația de definiție a speciei considerate, produs care e egal cu valoarea vechii unități a speciei considerate, exprimată în raport cu noua ei unitate. După definiția lui Fourier : dimensiunile sînt numere care arată de cîte ori se mărește o unitate de măsură derivată (coerentă) cînd se schimbă valorile unităților fundamentale [1]. Relația (2) ar putea avea deci și termeni aditivi de aceeași dimensiune.

Fiindcă dimensiunea unei specii fizice se indică prin simbolul literal al speciei, scris într-o croşetă, şi fiindcă pentru speciile fundamentale se folosesc litere majuscule, dimensiunea unei specii de mărimi fizice m se exprimă punînd simbolul ei în croşetă : $[m]$, egal cu produsul simbolurilor majuscule $Q_1, Q_2, \ldots, Q_n$ ale speciilor fundamentale, ridicate la puterile a_i din ecuaţia de definiţie a speciei şi scris în croşetă :

$$[m] = [Q_1^{a_1} Q_2^{a_2} Q_3^{a_3} \ldots Q_n^{a_n}]. \qquad (15)$$

De exemplu, dimensiunea vitezei $\mathbf{v}$ în raport cu lungimea L şi timpul T are expresia :

$$[\mathbf{v}] = [LT^{-1}]. \qquad (16)$$

Dimensiunea numerelor naturale e nulă în raport cu toate mărimile fundamentale.

Cum am arătat, există şi un calcul direct, cu mărimile fizice, nu cu valorile lor, şi se pot defini dimensiunile cu ajutorul mărimilor, nu cu ajutorul valorilor lor, cum am procedat noi — dar această posibilitate nu prezintă importanţă în analiza noastră.

Dacă se aleg, dintre speciile de mărimi primitive şi derivate, speciile fundamentale, ale căror unităţi se variază independent, şi se exprimă dimensiunile celorlalte specii în funcţiune de dimensiunile acestora, se obţine un sistem de dimensiuni (coerent).

Cele şapte sisteme de dimensiuni de oarecare răspîndire, pentru Mecanică şi Electromagnetism, care au patru specii fundamentale, utilizează toate lungimea L şi timpul T drept două dintre speciile lor fundamentale. Patru dintre ele folosesc masa inertă M drept a treia specie fundamentală şi o specie de mărimi electromagnetice drept a patra, iar trei sisteme folosesc două specii de mărimi fundamentale electromagnetice [6].

Sistemul de dimensiuni electrostatic foloseşte ca specii fundamentale (afară de lungime L şi timp T) masa inertă M şi permitivitatea ε_0, care se introduce (cum arătăm mai tîrziu) în studiul fenomenelor electrice ; sistemul de dimensiuni electromagnetic foloseşte masa inertă M şi permeabilitatea magnetică μ_0, care se introduce în studiul fenomenelor magnetice ; sistemul de dimensiuni al lui Brylinski [5] foloseşte masa inertă M şi sarcina electrică Q ; sistemul lui Giorgi foloseşte masa inertă M şi rezistenţa electrică R, care se introduce (cum se ştie din electrotehnică) în studiul fenomenelor electrocinetice ; sistemul lui Maxwell foloseşte intensităţile cîmpurilor electric $\mathbf{E}$ şi magnetic $\mathbf{H}$; sistemul lui Mie foloseşte intensitatea curentului electric I şi tensiunea electrică (integrala de linie a intensităţii cîmpului electric) U, iar sistemul lui Kalantarov[6] foloseşte sarcina electrică Q şi fluxul inducţiei magnetice Φ. Toate sistemele utilizează temperatura ϑ şi intensitatea luminii ca specii fundamentale.

11. **Constantele universale**. Experienţa verifică, oricînd şi oriunde, că între valorile sau între anumiţi operatori aplicaţi valorilor mărimilor speciilor primitive, există anumite relaţii care nu sînt definitorii, de natură analitică, ci sînt de natură experimentală, sintetică. Cele mai generale forme ale acestor relaţii exprimă legile fenomenelor fizice. Ele se pot exprima prin ecuaţii sau prin inecuaţii matematice între valorile sau operatorii aplicaţi valorilor mărimilor speciilor primitive.

Legile pot fi exprimate deci numai folosind, explicit sau implicit, speciile de mărimi primitive cu ajutorul cărora se descriu fenomenele. Aceste specii trebuie cunoscute deci în prealabil. De aceea legile, care presupun speciile primitive cunoscute în prealabil, sînt inoperante în privinţa dimensiunilor acestor specii de mărimi, sau în privinţa dimensiunilor speciilor derivate din ele. În adevăr, să presupunem că cei doi membri ai ecuaţiei sau inecuaţiei care exprimă o lege au dimensiuni care nu sînt nule, că adică valorile lor nu rămîn neschimbate cînd se variază independent unităţile speciilor fundamentale, care intervin în acei membri. Dacă cei doi membri au aceeaşi dimensiune, „cîtul" lor e de dimensiune nulă — şi se consideră că ecuaţia defineşte un număr, care se numeşte coeficient. Principiul acţiunii şi reacţiunii ($\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$) şi principiul superpoziţiei sau al paralelogramului forţelor ($\mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$) sînt astfel de legi. Dacă cei doi membri nu au aceeaşi dimensiune, „cîtul" lor nu are dimensiune nulă — şi se consideră că ecuaţia defineşte o nouă mărime fizică, de această dimensiune şi avînd o valoare nesusceptibilă de variaţie „materială" numită constantă universală ; ea înmulţeşte unul dintre membri, şi valoarea ei prezintă o astfel de variaţie formală cînd se schimbă unităţile de măsură ale mărimilor fundamentale, încît ecuaţia să fie satisfăcută, oricum s-ar schimba aceste unităţi de măsură.

Conform definiţiei lor, constantele universale nu măresc deci şi nici nu micşorează numărul minim de unităţi de măsură care pot fi variate independent.

Considerăm, ca exemplu, forma de coerenţă a legii de mişcare a Mecanicii : forţa $\mathbf{F}$, pe care un sistem fizic o exercită asupra unui punct material de masă m, care are viteza $\mathbf{v}$ în raport cu un sistem inerţial şi se găseşte sub acţiunea exclusivă a acestui sistem, e egală cu derivata în raport cu timpul a impulsului $m\mathbf{v}$ al punctului material :

$$\mathbf{F} = m\frac{\mathrm{d}\mathbf{v}}{\mathrm{d}t} = m\frac{\mathrm{d}^2\mathbf{r}}{\mathrm{d}t^2}, \qquad (17)$$

unde $\mathbf{r}$ e raza vectoare a punctului material în raport cu originea sistemului de referinţă inerţial.

Dimensiunea forţei în raport cu lungimea, timpul şi masa rezultă din această lege :

$$[\mathbf{F}] = [m]\left[\frac{d^2r}{dt^2}\right] = [LMT^{-2}]. \qquad (18)$$

Forţa intervine însă şi în legea gravitaţiei, care se enunţă abia *după* ce s-au introdus mărimile lungime, timp, masă inertă şi forţă. Forţa de gravitaţie $\mathbf{F}_{12}$, pe care un punct material de masă m_1 o exercită asupra unui punct material de masă m_2, care are raza vectoare $\mathbf{r}$ în raportul cu punctul m_1, are expresia :

$$\mathbf{F}_{12} = f_0 \frac{m_1 m_2}{r^2} \cdot \frac{\mathbf{r}}{r}, \qquad (19)$$

unde f_0 e un factor care nu e susceptibil de variaţie materială, adică e constant la unităţi de măsură date pentru toate celelalte mărimi care intervin în lege. Pentru a determina dimensiunea factorului f_0, calculăm acest factor în funcţiune de celelalte mărimi :

$$f_0 = \frac{r^2 . F_{12}}{m_1 m_2}$$

şi introducem dimensiunile mărimilor din membrul drept. Obţinem :

$$[f_0] = \frac{[r^2 F_{12}]}{[m_1 m_2]} = [L^2 : LMT^{-2} . M^{-1} . M^{-1}] = \\ = [L^3 . M^{-1} T^{-2}] \qquad (20)$$

Rezultă că mărimea f_0 nu e un coeficient numeric, ci o constantă universală, de dimensiune nenulă (care se numeşte constantă de gravitaţie) ; ea nu are dimensiunile forţei, deşi e numeric egală cu forţa de gravitaţie dintre două mici corpuri de mase egale cu unitatea, care se găsesc în vid, la distanţa unitate unul de altul.

Teoria electronilor introduce două constante universale, una prin legea fluxului electric şi una prin legea circuitului magnetic.

Considerăm şi lema fluxului electric, în teoria electronilor : divergenţa intensităţii microscopice a cîmpului electric e proporţională cu densitatea de volum locală a sarcinii electrice ρ :

$$\operatorname{div} \mathbf{e} = \Delta_0 \rho. \qquad (21)$$

unde Δ_0 e o mărime care nu e susceptibilă de variaţie materială. Dimensiunea mărimii $\mathbf{e}$ în raport cu lungimea, timpul, masa şi sarcina electrică rezultă din (4) şi (18) :

$$[\mathbf{e}] = \frac{[\mathbf{F}]}{[q]} = [LMT^{-2}Q^{-1}],$$

adică, fiindcă dimensiunea elementului de arie e L^2, rezultă că dimensiunea mărimii Δ_0 este :

$$[\Delta_0] = \frac{[\operatorname{div} \mathbf{e}]}{[\rho]} = [L^3 MT^{-2} Q^{-2}]. \qquad (22)$$

Deci, mărimea Δ_0 nu e un coeficient numeric, ci o constantă universală (a cărei valoare reciprocă $\varepsilon_0 = \Delta_0^{-1}$ se numeşte permitivitatea vidului în sistemele de unităţi de măsură raţionalizate).

Considerăm şi forma diferenţială a legii circuitului magnetic. Rotorul noii inducţii magnetice microscopice e proporţional cu suma dintre densităţile curenţilor de convecţie şi deplasare :

$$\operatorname{rot} \mathbf{b}'' = \pi_0 \left[\rho \mathbf{v} + \frac{1}{\Delta_0} \frac{\partial \mathbf{e}}{\partial t}\right], \qquad (23)$$

unde factorul $1 : \Delta_0$ din croşetă rezultă din legea de conservare a sarcinii electrice

$$\operatorname{div} (\rho \mathbf{v}) = -\frac{\partial \rho}{\partial t} \qquad (24)$$

şi din lema fluxului electric (21).

Dimensiunea mărimii $\mathbf{b}''$ rezultă din relaţia (5) :

$$[\mathbf{b}''] = \frac{[\mathbf{F}]}{[q\mathbf{v}]} = [MT^{-1}Q^{-1}],$$

adică :

$$[\pi_0] = \frac{[\operatorname{rot} \mathbf{b}'']}{[\rho \mathbf{v}]} = [2MQ^{-2}].$$

Deci mărimea π_0 nu e un coeficient numeric, ci o constantă universală (care se notează cu $\gamma_0^2 \mu_0$ în sistemele de unităţi raţionalizate, unde γ_0 se numeşte constanta lui Gauss, iar μ_0 se numeşte permeabilitatea magnetică a vidului).

Se poate arăta că legea inducţiei electromagnetice, exprimată sub forma :

$$\operatorname{rot} \mathbf{e} = -k_0 \frac{\partial \mathbf{b}''}{\partial t} \qquad (25)$$

introduce un coeficient numeric ($k_0 = 1$) şi nu o constantă universală. Nici legea fluxului magnetic.

$$\operatorname{div} \mathbf{b}'' = 0 \qquad (26)$$

nu introduce nici o constantă universală.

Pentru a evita intervenţia constantei universale numită permitivitatea vidului, în lema (21) a fluxului electric, se poate opera în locul mărimii $\mathbf{e}$ cu mărimea :

$$\mathbf{d} = \varepsilon_0 \mathbf{e}, \qquad (27)$$

care se numeşte inducţie electrică microscopică. În acest caz, permitivitatea vidului nu mai intervine în legea (21), care se scrie sub forma : $\operatorname{div} \mathbf{d} = \rho$, însă în schimb ecuaţia (4) devine

$$\mathbf{F} = q \frac{\mathbf{d}}{\varepsilon_0}. \qquad (4,a)$$

Două mărimi locale, dintre care una e egală cu produsul celeilalte printr-o constantă universală, cum sînt mărimile $\mathbf{e}$ şi $\mathbf{d} = \varepsilon_0 \mathbf{e}$, nu pot

descrie însă decît aceleaşi fapte (dar în moduri diferite). Introducerea unei constante universale în ecuaţia de definiţie a unei mărimi primitive, cum e introducerea permitivităţii vidului în ecuaţia de definiţie (4,a) a inducţiei electrice microscopice, e deci nesemnificativă din punctul de vedere al posibilităţilor de descriere a faptelor experimentale; ea nu modifică nici numărul minim de specii de mărimi ale căror unităţi de măsură pot fi variate independent. Locul în care se face să intervină constantele universale se alege deci prin consideraţii de utilitate. Pentru problema numărului minim de unităţi de măsură independente e util să se utilizeze numai forma de coerenţă a ecuaţiilor de definiţie a mărimilor primitive. De altă parte, operarea, pentru început, cu acele mărimi primitive, pentru care ecuaţiile de definiţie nu conţin constante universale, prezintă avantajul că nu implică alegerea în prealabil a constantelor universale, care se pot stabili ulterior, prin consideraţii de utilitate. De aceea am definit în (5) noua inducţie magnetică microscopică $\mathbf{b}''$ şi nu inducţia magnetică microscopică $\mathbf{b}$, pe care o preferă fizicienii şi care e egală cu cîtul dintre $\mathbf{b}''$ şi o constantă universală γ_0:

$$\mathbf{b} = \frac{\mathbf{b}''}{\gamma_0}, \tag{28}$$

astfel încît ecuaţia de definiţie (5) devine:

$$\mathbf{F} = \gamma_0 q \mathbf{v} \times \mathbf{b}. \tag{5,a}$$

Dacă s-ar opera cu noua inducţie magnetică, legea inducţiei electromagnetice ar avea următoarea formă diferenţială:

$$\text{rot } \mathbf{e} = -\frac{\partial \mathbf{b}''}{\partial t},$$

iar legea circuitului magnetic ar avea (în sisteme de unităţi raţionalizate) forma:

$$\text{rot } \mathbf{b}'' = \gamma_0^2 \mu_0 \left[\rho \mathbf{v} + \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{e}}{\partial t}\right].$$

Dacă se operează cu inducţia magnetică $\mathbf{b}$, constanta universală γ_0^2 se împarte simetric pe cele două legi, care iau următoarele forme:

$$\text{rot } \mathbf{e} = -\gamma_0 \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial t} \tag{29}$$

şi

$$\text{rot } \mathbf{b} = \gamma_0 \mu_0 \left[\rho \mathbf{v} + \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{e}}{\partial t}\right]. \tag{30}$$

Această condiţie determină constanta universală γ_0 din ecuaţia de definiţie (28) a inducţiei magnetice, în funcţie de constanta universală μ_0. Media macroscopică a mărimii $\mathbf{b}$ fiind inducţia magnetică $\mathbf{B}$, cîtul $B : B' = \mu_0$ defineşte şi permeabilitatea magnetică a vidului.

12. **Ambiguităţile implicate de utilizarea anumitor legi în problema dimesiunilor.** Atît ecuaţiile de definiţie a mărimilor primitive, cît şi ecuaţiile care exprimă legile ce se stabilesc după ce s-au introdus mărimile primitive, exprimă aserţiuni asupra lumii fizice. Se poate pune deci problema dacă nu s-ar putea considera ecuaţiile legilor drept ecuaţii de definiţie a mărimilor primitive, iar ecuaţiile de definiţie a lor, drept legi. Această intervetire a rolurilor nu poate fi făcută complet. În adevăr, printre ecuaţiile de definiţie nu există nici o pereche care să conţină, în combinaţii multiplicative diferite, o aceeaşi mulţime de mărimi primitive, fiindcă fiecare mărime are cel mult o ecuaţie de definiţie. Printre ecuaţiile care exprimă legile există însă perechi care conţin o aceeaşi mulţime de mărimi primitive în combinaţii multiplicative diferite. Ecuaţiile (25) şi (26), care exprimă legile inducţiei electromagnetice şi circuitului magnetic, formează o astfel de pereche. Prima dintre acestea conţine într-un membru cîtul dintre intensitatea microscopică a cîmpului electric şi o lungime, iar în celălalt membru cîtul dintre inducţia magnetică microscopică şi un timp; cea de a doua conţine într-un membru cîtul dintre inducţia magnetică microscopică şi o lungime, iar în celălalt membru cîtul dintre intensitatea microscopică a cîmpului electric şi un timp. E deci clar că în sistemul ecuaţiilor legilor nu se pot pune, ca în ecuaţiile de definiţie, toţi factorii combinaţiilor multiplicative ale mărimilor primitive egali cu coeficienţi numerici. Cele două legi, de exemplu, nu se pot pune sub forma:

$$\text{rot } \mathbf{e} = -k_1 \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial t} \quad \text{şi} \quad \text{rot } \mathbf{b} = k_2 \rho \mathbf{v} + k_3 \frac{\partial \mathbf{e}}{\partial t}$$

unde k_1 şi k_3 să fie coeficienţi numerici, fiindcă din cele două legi rezultă pentru produsul $k_1 k_3$ dimensiunea reciprocei pătratului unei viteze. Rezultă că trebuie ca în aceste legi să intervină cel puţin o constantă universală. — În teoria dimensiunilor bazată pe sistemul legilor, imposibilitatea de a da tuturor factorilor multiplicativi din legi caracterul de coeficienţi numerici a condus la ambiguităţi, prin faptul că unii autori, constatînd această imposibilitate, introduc în ecuaţiile legilor numai numărul *minim* de constante universale pe care le reclamă structura lor (cum e exemplul de mai sus), iar alţii introduc un număr *mai mare* de astfel de constante. Primii obţin un număr mai mic, iar ultimii un număr mai mare de mărimi fundamentale, decît cel obţinut prin procedeul bazat numai pe ecuaţiile de definiţie. Astfel, primii pot scrie legea fundamentală a dinamicii şi legea atracţiei universale sub forma:

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a} \quad \text{şi} \quad \mathbf{F} = \frac{m_1 m_2}{r_2},$$

unde m e masa, $\mathbf{a}$ e acceleraţia, iar r e distanţa dintre corpurile punctuale de mase m_1 şi m_2 [2]. Ei

obțin deci o relație suplimentară, care reduce de la trei la două numărul de mărimi fundamentale ale Mecanicii. Alții scriu de exemplu și legea de conservare a sarcinii electrice cu o constantă universală α :

$$\operatorname{div}(\rho \mathbf{v}) = -\alpha \frac{\partial \rho}{\partial t},$$

deși aceasta nu e necesară conform procedeului nostru. Se introduc astfel momente cu totul arbitrare în problema dimensiunilor. Ele ar fi evitate dacă numai la *prima* intervenție a unei mărimi primitive nu s-ar introduce în formulări constante universale. Procedeul e echivalent cu ridicarea acestora dintre legi la rolul de ecuații de definiție, îmbinată cu trecerea vechilor ecuații de definiție în rolul de legi după care se reduce la procedeul aplicat de noi și conduce la numărul de mărimi fundamentale pe care l-am stabilit mai sus.

În problema alegerii celor mai adecvate ecuații spre a servi ca ecuații de definiție a mărimilor primitive, se poate indica doar faptul că sînt cele mai potrivite ecuațiile de felul celor alese de noi, care definesc singure, explicit, cel puțin una dintre mărimile primitive, direct sau indirect în funcțiune de mărimi ale unui domeniu constituit în prealabil (Mecanica în cazul nostru) — și nu mărimi derivate din ele și care le definesc împreună, indirect, cum sînt divergența și rotorul mărimii **e**, din ecuațiile (21) și (25). De asemenea, trebuie observat că anumite legi nu pot servi ca ecuații de definiție, fiindcă nu definesc în mod univoc mărimile de introdus în Fizică. Legea (25), de exemplu, nu definește în mod univoc mărimea **b**, chiar dacă s-ar cunoaște primul ei membru și s-ar fi ales în prealabil și constanta universală γ_0.

În ce privește alegerea mărimilor fundamentale, există un calcul de teoria grupurilor pentru conexiunile dintre speciile de mărimi, în care alegerea speciilor fundamentale e supusă restricțiilor valabile pentru găsirea bazei elementelor unui grup abelian liber, spre a obține formule de dimensiuni în care intervin exclusiv exponenți întregi [7]. Această condiție este satisfăcută dacă se alege, de exemplu, lungimea ca mărime fundamentală, dar nu mai e satisfăcută dacă acest rol se atribuie ariei sau volumului.

Bibliografie

[1] *Fourier J.B.:* Théorie analytique de la chaleur. Firmin Didot, Paris, 1822.

[2] *Maxwell J.C.:* A treatise on electricity and magnetism. Clarendon Press. Oxford, 1873.

[3] *Răduleț R.:* Bazele teoretice ale electrotehnicii. Vol. I și II. Curs litografiat. București, 1954.

[4] *Giorgi G.:* I fondamenti della teoria delle grandezze. Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana **7** (1903). 7 — 27.

[5] *Brylinski E.:* Sur les systèmes d'unités. Rev. Gén. Electr. **29** (1931) 6. 209—213.

[6] *Kalantaroff P.:* Les équations aux dimensions des grandeurs électriques et magnétiques. Rev. Gén. Electr. **25** (1929), **7**. 235—236.

[7] *Fleischmann R.:* Die Struktur des physikalischen Begriffssystems. Z. Phys. **129** (1951) 377—399.

Intrat în redacție la 14 IV 1958.

Calculul cuplurilor mașinilor de curent alternativ cu ajutorul teoremei forțelor generalizate

ALEXANDRU FRANSUA — București*)

Calculul cuplurilor care se exercită în mașinile de curent alternativ nu este prezentat totdeauna satisfăcător chiar în lucrările clasice de mașini electrice. In electrotehnică există metode generale pentru determinarea acțiunilor ponderomotoare exercitate în cîmpul electromagnetic și anume teoremele forțelor generale (sau lagrangiene). Aplicînd aceste teoreme autorul obține pe o cale unitară, corectă și elegantă formulele cunoscute din literatura de specialitate.

CZ 621.3.016.1.001.24 : 621.313.3

1. Bazele teoretice ale mașinilor electrice au fost stabilite, îndeosebi în perioada anilor 1880—1910. Deoarece, în acea vreme majoritatea mașinilor electrice posedau înfășurări situate la periferia armăturilor și nu în crestături, în teoria mașinilor electrice au rămas pînă astăzi multe formule și raționamente, care nu mai pot fi acceptate. Între acestea este și metoda de calcul al cuplurilor mașinilor pornind de la forța exercitată asupra unui conductor parcurs de curent, dată de formula cunoscută $F = Bli$. Această metodă nu convine și nu concordă cu construcția modernă a mașinilor electrice, în care conductoarele sînt plasate în crestături, unde în cele mai multe cazuri inducția este mult mai slabă. La aceste mașini forțele electrodinamice, care determină cuplul mașinii, se exercită îndeosebi asupra fierului armăturii și mai puțin, mult mai puțin, asupra conductoarelor parcurse de curent. În consecință, formula $F = Bli$ nu se mai poate aplica. Se recurge atunci la teorema forțelor generalizate din electrotehnică, care reprezintă o metodă unitară și riguroasă, eliminînd și multe artificii îndoielnice și raționamente vagi în determinarea cuplurilor mașinilor electrice.

*) Ing. Al. Fransua este candidat în științe tehnice — conferențiar suplinitor la Institutul Politehnic din București și șef de sector la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

În cadrul acestui articol vom calcula cuplurile mașinilor de curent alternativ bazate pe cîmp învîrtitor, într-un mod deosebit de cel întîlnit la unii autori [1], [2], căutînd să obținem o expresie unitară a cuplului, valabilă pentru o categorie întreagă de mașini electrice de curent alternativ.

2. Să considerăm o mașină electrică (fig. 1) avînd o armătură inductoare, care creează un cîmp învîrtitor de viteză unghiulară Ω_i față de

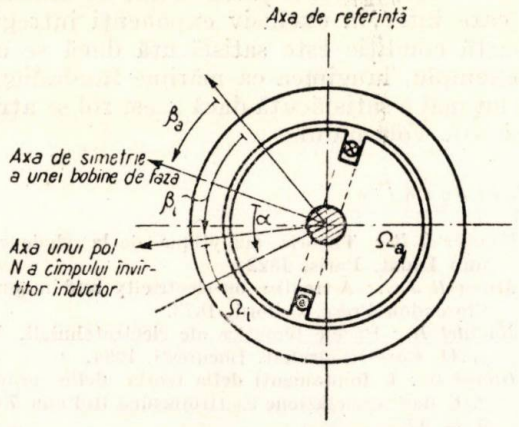


Fig. 1. Alegerea axelor de referință într-o mașină electrică de curent alternativ.

o axă de referință fixă, și o altă armătură indusă cu înfășurare polifazată, ce se rotește cu viteza unghiulară Ω_a, presupusă pozitivă dacă este în sensul cîmpului învîrtitor. La un moment dat t, axa unui pol N al cîmpului învîrtitor inductor, face cu axa de referință unghiul β_i, iar axa de simetrie a spirelor unei bobine dintr-o înfășurare de fază a a arămăturii induse, unghiul β_a. Este evident :

$$\beta_i = \Omega_i t + \beta_{i0}.$$
$$\beta_a = \Omega_a t + \beta_{a0}.$$

În momentul considerat, într-un punct dat la periferia armăturii induse cîmpul va fi :

$$b = B_m \cos [p\alpha - p(\beta_i - \beta_a)],$$

iar fluxul fascicular într-o spiră a fazei considerate, va rezulta :

$$\varphi = \frac{1}{2} B_m LD \int_{-\frac{\pi}{2p}}^{\frac{\pi}{2p}} \cos [p\alpha - p(\beta_i - \beta_a)]\, d\alpha,$$

dacă sensul pozitiv într-o spiră este cel indicat în fig. 1, L este lungimea ideală axială a mașinii, iar D —diametrul armăturii induse.

Făcînd unele calcule intermediare se obține :

$$\varphi = \Phi_m \cos p(\beta_i - \beta_a),$$

cu

$$\Phi_m = \frac{2}{\pi} B_m L\tau ; \quad \tau = \frac{\pi D}{2p}.$$

Dacă înfășurarea de fază considerată are w spire, cu coeficient de înfășurare ζ, fluxul total va fi :

$$\varphi_t = w\zeta\Phi_m \cos p(\beta_i - \beta_a) =$$
$$= w\zeta\Phi_m \cos[p(\Omega_i - \Omega_a)t + p(\beta_{i0} - \beta_{a0})].$$

Tensiunea electromotoare indusă, conform legii inducției electromagnetice, rezultă :

$$u_{ea} = -\gamma_0 \frac{d\varphi_t}{dt} = \gamma_0 w\zeta\Phi_m p(\Omega_i -$$
$$- \Omega_a) \cos\left[p(\Omega_i - \Omega_a)t + p(\beta_{i0} - \beta_{a0}) - \frac{\pi}{2}\right],$$

valoarea sa efectivă fiind :

$$U_{ea} = \frac{1}{\sqrt{2}} \gamma_0 w\zeta\Phi_m p(\Omega_i - \Omega_a).$$

Curentul în faza dată este :

$$i_a = I_a\sqrt{2}\cos\left[p(\Omega_i - \Omega_a)t + p(\beta_{i0} - \beta_{a0}) - \frac{\pi}{2} - \gamma\right]$$

în care γ este dezavantajul între tensiunea electromotoare u_{ea} indusă de cîmpul învîrtitor b și curentul i_a, γ depinzînd de parametrii circuitului fazei și de regimul de funcționare al mașinii, iar $I_a = \frac{I_{am}}{\sqrt{2}}$ este valoarea efectivă a curentului.

Energia de interacțiune a cîmpului magnetic corespunzătoare fazei va fi :

$$w'_m = \gamma_0 \varphi_t i_a = \gamma_0 w\zeta\Phi_m I_{am} \cos p(\beta_i -$$
$$- \beta_a)\cos\left[p(\Omega_i - \Omega_a)t + p(\beta_{i0} - \beta_{a0}) - \frac{\pi}{2} - \gamma\right].$$

Dacă se calculează și energia de interacțiune, corespunzătoare tuturor celor m_a faze ale armăturii induse, se obține :

$$w_m = \frac{m_a}{2} \gamma_0 w\zeta\Phi_m I_{am} \cos\left[p(\beta_i - \beta_a) -\right.$$
$$\left. - p(\Omega_i - \Omega_a)t - p(\beta_{i0} - \beta_{a0}) + \frac{\pi}{2} + \gamma\right].$$

Cuplul mașinii, exercitat asupra armăturii induse, rezultă din teorema forțelor lagrangiene [3] :

$$M_a = \left(\frac{\partial w_m}{\partial \beta_a}\right)_{i=\text{const}} = \frac{m_a}{2} \gamma_0 w\zeta\Phi_m I_{am} p \sin\left[p(\beta_i -\right.$$
$$\left. - \beta_a) - p(\Omega_i - \Omega_a)t - p(\beta_{i0} - \beta_{a0}) + \frac{\pi}{2} + \gamma\right].$$

Ţinînd seamă că $\beta_i = \Omega_i t + \beta_{i0}$ şi $\beta_a = \Omega_a t + \beta_{a0}$ rezultă (fig. 2) :

$$M_a = \frac{m_a}{2} \gamma_0 \; w \; \zeta \; \Phi_m \; I_{am} \; p \cos \gamma =$$

$$= \frac{m_a}{2} \gamma_0 \, w \zeta \, \Phi_m I_{am} \, p \sin (\overline{\Phi}, \overline{I}),$$

sau

$$M_a = \frac{m_a}{\Omega_i - \Omega_a} U_{ea} I_a \cos (\overline{U}_{ea}, \overline{I}) .$$

Vom observa că, cîmpul învîrtitor propriu de reacţie nu dă cuplu cu propria armătură [$(\overline{\Phi}, \overline{I}) = 0$ în acest caz]. Prin urmare, prin cîmpul învîrtitor b putem înţelege, fie numai cîmpul creat de curenţii din armătura inductoare, fie cîmpul învîrtitor rezultant, determinat prin suprapunerea cîmpului armăturii inductoare cu cîmpul armăturii induse. Inutil să mai arătăm că aceste cîmpuri învîrtitoare au aceeaşi viteză şi acelaşi număr de poli. În acest al doilea caz, prin U_{ea} se înţelege chiar tensiunea electromotoare indusă în armătură, de către cîmpul învîrtitor rezultant. În continuare, vom particulariza expresia generală obţinută mai sus pentru cuplu.

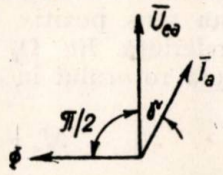


Fig. 2. Diagrama pentru calculul cuplului.

3. a) *Maşina asincronă — motor.* În cazul maşinii asincrone, armătura inductoare este cea statorică. Cîmpul învîrtitor cu viteza $\Omega_i = \Omega_1 = \frac{2\pi f_1}{p}$ (f_1 — frecvenţa reţelei de alimentare) se consideră a fi cîmpul rezultant al motorului. Armătura indusă este rotorul şi presupunem $\Omega_a = +\Omega_2$ (semnul + înseamnă în sensul învîrtitor inductor). Să notăm cu φ_2 unghiul dintre tensiunea electromotoare rezultantă $u_{ea} = u_{e2}$ şi curentul $i_a = i_2$. Deci :

$$M_a = \frac{m_a}{\Omega_1 - \Omega_2} U_{e2} I_2 \cos \varphi_2.$$

Dacă $\Omega_1 > \Omega_2$ şi cum $0 \leqslant \varphi_2 < \frac{\pi}{2}$ rezultă că asupra rotorului se exercită un cuplu pozitiv, care tinde să mărească unghiul β_a. Acest cuplu este deci activ. Maşina funcţionează în regim de motor.

Uşor se regăseşte că :

$$M_a(\Omega_1 - \Omega_2) = m_2 R_2 I_2^2,$$

R_2 fiind rezistenţa de fază a înfăşurării rotorice. Această formulă se stabileşte, de obicei, prin consideraţii foarte vagi, fiind obişnuit punctul de plecare pentru calculul cuplului.

b) *Maşina asincronă — generator.* Vom presupune acelaşi sens de rotaţie şi aceleaşi tensiuni la stator ca mai sus, doar $\Omega_1 < \Omega_2$ şi unghiul $0 < \varphi_2 < \frac{\pi}{2}$ (rotorul este în scurtcircuit, φ_2 îndeplineşte această condiţie independent de regimul de funcţionare) şi deci :

$$M_a = -\frac{m_a}{\Omega_2 - \Omega_1} U_{e2} I_2 \cos \varphi_2 < 0,$$

cuplul exercitat asupra rotorului fiind negativ, în sens invers cîmpului învîrtitor inductor.

Acest cuplu reprezintă un cuplu rezistent, de frînare. Maşina funcţionează în regim de generator.

c) *Maşina sincronă cu poli înecaţi — generator.* La această maşină inductorul este rotorul şi deci, $\Omega_i = \Omega$, iar statorul reprezintă armătura indusă $\Omega_a = 0$. Deşi $\Omega_a = 0$, contăm ca sens pozitiv pentru unghiul β_a sensul cîmpului învîrtitor inductor. Vom considera cîmpul învîrtitor drept cîmpul rezultant, care induce în fazele statorului tensiunea electromotoare rezultantă U_{er}. Deoarece, în funcţionarea în generator, unghiul γ este inductiv sau capacitiv, dar mai mic de 90° rezultă :

$$M_a = \frac{m}{\Omega} U_{er} I \cos (\overline{U}_{er}, \overline{I}) > 0.$$

Aceasta este expresia exactă a cuplului. În unele cazuri se poate considera că, cîmpul învîrtitor b reprezintă numai cîmpul inductor, care induce tensiunea electromotoare U_{e0} şi deci

$$M_a = \frac{m}{\Omega} U_{e0} I \cos \psi = \frac{m}{\Omega} U_{e0} I_q > 0,$$

ψ fiind defazajul între $\overline{U}_{e0}$ şi $\overline{I}$, iar $I_q = I \cos \psi$ fiind aşa numita componentă transversală a curentului.

Cuplul M_a exercitat asupra armăturii induse este pozitiv, în sensul creşterii unghiului β_a. Acesta este cuplul care se exercită asupra statorului imobil. Conform principiului acţiunii şi reacţiunii, cuplul M_i exercitat asupra rotorului va fi egal în valoare dar negativ, deci în sensul descreşterii unghiului β_a şi deci şi în sens invers cîmpului învîrtitor inductor. Avem de-a face cu un cuplu rezistent pentru rotorul maşinii. Maşina sincronă funcţionează într-adevăr ca generator.

d) *Maşina sincronă cu poli înecaţi-motor.* În acest regim de funcţionare unghiul γ depăşeşte 90° şi deci :

$$M_a = -\frac{m}{\Omega} U_{er} I \cos (\pi - \gamma) = -M_i ; \quad M_i > 0.$$

Cuplul M_i este orientat în sensul creşterii unghiului β_i, în sensul rotaţiei, deci este un cuplu activ pentru rotor. Maşina funcţionează într-adevăr ca motor.

e) *Maşina sincronă cu poli ieşiţi — generator.* În teoria celor două reacţii a acestei maşini se

consideră trei cîmpuri învîrtitoare : cîmpul inductor rotoric, cîmpul de reacție longitudinal și cîmpul de reacție transversal. Toate aceste cîmpuri au aceeași viteză $\Omega_i = \Omega$ și induc respectiv tensiunile U_{e0}, U_{ed}, U_{eq}. Statorul are viteza $\Omega_a = 0$.

Cuplul rezultant va fi suma celor trei cupluri create de cele trei cîmpuri învîrtitoare :

$$M_a = \frac{m}{\Omega}[U_{e0} I \cos(\overline{U}_{e0}, \overline{I}) + U_{ed} I \cos(\overline{U}_{ed}, \overline{I}) + U_{eq} I \cos(\overline{U}_{eq}, \overline{I})].$$

Cum

$$(\overline{U}_{e0}, \overline{I}) = \psi ; \quad (\overline{U}_{ed}, \overline{I}) = \pi + \psi ;$$

$$(\overline{U}_{eq}, \overline{I}) = \frac{3\pi}{2} + \psi \text{ și } 0 \leqslant |\psi| < \frac{\pi}{2}$$

rezultă :

$$M_a = \frac{m}{\Omega}(U_{e0} I \cos\psi - U_{ed} I \cos\psi + U_{eq} I \sin\psi) =$$

$$= \frac{m}{\Omega}[(U_{e0} - U_{ed}) I_q + U_{eq} I_d],$$

expresie cunoscută pentru cuplul mașinii sincrone. De data aceasta, s-au luat în considerație și cuplurile date de cele două cîmpuri de reacție, față de propria armătură, întrucît în acest caz $(\overline{\Phi}, \overline{I}_a) \neq 0$.

În mod analog, se deduc cuplurile și în cazul mașinii sincrone cu poli ieșiți, funcționînd ca motor, la același sens de rotație și aceleași tensiuni la bornele statorului.

f) *Mașina asincronă cu alimentare rotorică-motor.* Cîmpul învîrtitor al rotorului se învîrte cu viteza Ω_1 față de rotor, iar rotorul cu viteza Ω_2 față de stator în sens invers cîmpului învîrtitor. Presupunem $\Omega_2 < \Omega_1$. Deci, cîmpul învîrtitor inductor se învîrte față de o axă fixă de referință cu viteza unghiulară $\Omega_i = \Omega_1 - \Omega_2$. Indusul este imobil $\Omega_a = 0$. Sensul pozitiv pentru cuplul M_a exercitat asupra indusului coincide cu sensul lui Ω_i. Cuplul exercitat asupra statorului indus va fi :

$$M_a = \frac{m}{\Omega_1 - \Omega_2} U_{e2} I_2 \cos\varphi_2.$$

Deoarece, $\varphi_2 < \frac{\pi}{2}$ și $\Omega_1 > \Omega_2$ rezultă o valoare pozitivă pentru cuplul M_a. Prin urmare cuplul acționează asupra statorului în sensul cîmpului învîrtitor inductor. Conform principiului acțiunii și reacțiunii, un cuplu egal M_i va solicita rotorul în sens invers cîmpului învîrtitor inductor, adică în sensul vitezei unghiulare Ω_2. Mașina funcționează deci, ca motor.

g) *Mașina sincronă cu inductorul pe stator-generator.* Desigur că aici $\Omega_i = 0$. Considerăm un sens pozitiv arbitrar față de axa fixă de referință. Fie $\Omega_a = + \Omega$. Cuplul exercitat asupra rotorului indus va fi :

$$M_a = -\frac{m}{\Omega} U_{e0} I \cos\psi.$$

Cuplul asupra indusului în ipoteza $|\psi| < \frac{\pi}{2}$ este negativ adică acționează în sensul invers sensului arbitrar ales. Acest cuplu este un cuplu rezistent, de frînare pentru rotor. Mașina funcționează ca generator.

În concluzie, expresia obținută prin aplicarea teoremei forțelor generalizate se poate aplica cu succes la multe mașini, a căror funcționare se poate lămuri, pe baza teoriei cîmpurilor învîrtitoare.

Bibliografie

[1] *Gorev A. A.* : Perehodnie proțesî sinhronnoi mașinî. Gosenergoizdat, Moscova – Leningrad 1950.

[2] *Rădulеț R.* : Forțele generale în mașinile electrice Extras. Buletinul științific al Institutul de Căi Ferate „Gheorghe Gheorghiu-Dej", 1957.

[3] *Rădulеț R.* : Bazele teoretice ale electrotehnicii. Curs litografiat vol. II, 1955.

Intrat în redacție la 27-II-1958

Calculul prin aproximație al permeanțelor

ANDREI ȚUGULEA – București *)

Deoarece metodele de calcul exact al permeanțelor se aplică la un număr relativ restrîns de cazuri, care interesează în electrotehnică, utilizarea metodelor de calcul prin aproximație a devenit din ce în ce mai frecventă în aplicațiile inginerești. Dezavantajul metodelor folosite constă în faptul că acestea nu permit evaluarea erorilor care se comit prin aplicarea lor. În lucrare, pe baza unor teoreme generale, se expune o metodă de calcul care permite încadrarea valorilor reale ale permeanțelor între valori superioare și inferioare, obținîndu-se prin aceasta și erorile maxime care se fac.

CZ 538.212.001.24

Calculul în regim staționar al circuitelor magnetice și al circuitelor electrice masive, necesită cunoașterea cît mai exactă a permeanțelor magnetice, conductanțelor și capacităților care intră în alcătuirea acestor circuite. De aceea, metodele de calcul ale acestora au constituit și constituie o preocupare permanentă a electricienilor încă de la începuturile electrotehnicii.

Din punct de vedere matematic, calculul exact al permeanțelor magnetice, conductanțelor și capacităților se reduce la integrarea ecuației lui

*) Ing. A. Țugulea este conferențiar suplinitor la catedra de electrotehnică a Institutului Politehnic din București.

Laplace pentru condiții determinate pe frontierele care mărginesc domeniile considerate. Acest fapt permite tratarea unitară a problemei, în sensul că rezolvarea, de exemplu, a problemei electrostatice pentru o configurație de electrozi, poate fi transpusă imediat pentru problemele magnetostatice sau electrocinetice la configurații geometrice identice ale frontierelor (poli sau electrozi perfect conductori).

În expresiile capacității, permeanței magnetice sau a conductanței corespunzătoare unor configurații geometrice (armături, poli sau electrozi perfect conductori) identice, intră un același factor geometric care nu depinde de natura acestor mărimi și pe care-l vom numi în cele ce urmează „permeanță geometrică" sau mai simplu „permeanță".

Configurațiile geometrice pentru care problema se poate rezolva exact sînt puține la număr și nu satisfac necesitățile electrotehnicii. De aceea, electricienii au imaginat metode de calcul aproximativ, pe care să le poată folosi în special pentru problemele a căror soluționare matematică exactă nu e posibilă. Dintre aceste metode s-au remarcat în mod deosebit metoda lui Lehman de trasare grafică a spectrului liniilor de cîmp și metoda împărțirii în tuburi de linii de cîmp. Metoda lui Lehman este destul de laborioasă și necesită multă rutină. În plus, e practic aplicabilă numai la cîmpurile plane. Metoda împărțirii în tuburi de linii de cîmp e mai simplă, aplicabilă la orice fel de cîmpuri, dar poate duce la erori foarte mari. Dezavantajul principal al ambelor metode constă în aceea că nu permit aprecierea erorilor care se comit prin aplicarea lor. Această apreciere este indispensabilă pentru orice metodă de calcul aproximativ și trebuie fundamentată pe considerații teoretice precise.

Metodele de calcul prin aproximație au apărut simultan cu metodele de calcul exact. Astfel Rayleigh [1], Maxwell [2], Kirchhoff [3] și alții au elaborat asemenea metode, cu deosebirea că au fost preocupați în mod special de aprecierea teoretică a erorilor care se fac prin aplicarea lor.

În acest scop ei au demonstrat niște teoreme care permit încadrarea valorii reale a permeanței între o valoare superioară și una inferioară, care se pot calcula mai simplu printr-un calcul exact. Dacă valorile superioară și inferioară care încadrează permeanța reală, diferă între ele cu o cantitate mică în raport cu valorile lor, atunci fiecare dintre ele sau eventual o medie a lor poate aproxima valoarea reală a permeanței, eroarea relativă comisă fiind inferioară celei calculate cu diferența lor raportată la valoarea inferioară.

Rayleigh [1] a dat și un exemplu, indicînd o metodă particulară de calcul al valorilor de încadrare a unei rezistențe. Acest exemplu e reprodus de Maxwell [2] și de alții.

Metoda nefiind nici simplă nici suficient de generală nu a fost însă luată în seamă și nu s-a mai aplicat și la alte exemple.

De aceea, în lucrarea de față, ne propunem ca pe baza ideii de încadrare și prin urmare pe baza teoremelor care permit această încadrare, să dăm o metodă de calcul al valorilor ce încadrează valoarea permeanței reale, care să fie relativ simplă și să fie aplicabilă la o categorie mai cuprinzătoare de probleme practice. În acest scop vom recapitula pe scurt diferitele definiții posibile ale capacităților, permeanțelor magnetice și ale conductanțelor.

Capacitatea C dintre două conductoare izolate situate într-un mediu liniar de permitivitate ε se poate defini prin oricare din relațiile echivalente :

$$C = \frac{q}{U_e} = \frac{2W_e}{U_e} = \frac{q^2}{2W_e} \qquad (1)$$

în care q este valoarea absolută a sarcinii cu care se încarcă fiecare din conductoare ; U_e — tensiunea electrostatică dintre ele ; W_e — energia electrică datorită cîmpului dintre conductoare.

Pe baza teoremei ariilor corespondente [4] definiția (1) rămîne valabilă și pentru acestea, prin q înțelegîndu-se în acest caz valoarea absolută a sarcinii de pe fiecare din ariile corespondente, iar prin W_e — energia electrică din tubul de linii de cîmp care decupează ariile corespondente.

Permeanța magnetică Λ poate fi definită numai pentru arii corespondente (deoarece fluxul magnetic total care trece printr-o suprafață închisă e nul) și pentru regiuni fără densitate de curent electric de conducție, pentru care se poate defini un potențial magnetic scalar uniform. Pentru două arii corespodente situate pe poli magnetici de permeabilitate infinită și între care există un mediu de permeabilitate finită μ, permeanța magnetică poate fi definită prin una dintre relațiile echivalente

$$\Lambda = \frac{\Phi}{U_m} = \frac{2W_m}{U_m^2} = \frac{\Phi^2}{2W_m} \qquad (2)$$

în care : Φ este valoarea absolută a fluxului uneia din ariile corespondente ; U_m — tensiunea magnetică dintre polii pe care se află ariile corespondente considerate, iar W_m — energia magnetică a tubului de linii de cîmp care decupează ariile corespondente.

Conductanța electrică G poate fi definită numai în regim electrocinetic staționar, de asemenea pentru arii corespondente și are una din expresiile echivalente de mai jos :

$$G = \frac{I}{U_{es}} = \frac{W_j}{U_{es}^2} = \frac{I^2}{W_j} \qquad (3)$$

în care I este valoarea absolută a intensității curentului care străbate tubul de curent considerat ; U_{es} — tensiunea cîmpului electric staționar dintre ariile corespondente considerate

perfect conductoare, iar W_j — e puterea transformată prin efect Joule din electromagnetică în puterea interioară a mediului conductor delimitat de tubul de curent.

În toate cele trei situații cîmpurile derivă din potențiale scalare, și anume :

$$\mathbf{E} = -\operatorname{grad} V_e \tag{4}$$

$$\mathbf{H} = -\operatorname{grad} V_m \tag{5}$$

$$\mathbf{E}_s = -\operatorname{grad} V_{es}. \tag{6}$$

Toate aceste potențiale satisfac ecuația lui Laplace :

$$\Delta . V_e = 0 \tag{7}$$

$$\Delta . V_m = 0 \tag{8}$$

$$\Delta . V_{es} = 0 \tag{9}$$

Pentru tratarea unitară a problemelor e util să se treacă la mărimi fără dimensiuni. În acest scop facem notațiile :

$$V_e(r) = V_{e0} f_e\left(\frac{\mathbf{r}}{l_e}\right); \tag{10}$$

$$V_m(r) = V_{m0} f_m\left(\frac{\mathbf{r}}{l_m}\right) \tag{11}$$

$$V_{es}(r) = V_{es} f_{es}\left(\frac{\mathbf{r}}{l_{es}}\right) \tag{12}$$

și

$$\mathbf{F}_e = \frac{\mathbf{E}}{V_{e0}} = -\frac{\operatorname{grad} f_e}{l_e} \tag{13}$$

$$\mathbf{F}_m = \frac{\mathbf{H}}{V_{m0}} = -\frac{\operatorname{grad} f_m}{l_m} \tag{14}$$

$$\mathbf{F}_{es} = \frac{\mathbf{E}_s}{V_{e0}} = -\frac{\operatorname{grad} f_{es}}{l_{es}}. \tag{15}$$

în care V_{e0} , V_{m0} , V_{es0} sînt potențialele corespunzătoare ale unor puncte fixe din domeniile considerate iar l_e , l_m , l_{es} niște lungimi de referință ale acestor domenii.

Să considerăm cazul în care domeniile sînt geometric identice și să alegem pentru toate cazurile puncte omologe de referință pentru potențialele V_{e0} , V_{m0} , V_{es0} și aceleași lungimi de referință $l_e = l_m = l_{es} = l_0$. Dacă în această situație condițiile pe frontiere exprimate nedimensional (raportate respectiv la V_{e0} , V_{m0} , V_{es0} și l_0) coincid, atunci în virtutea unicității soluției ecuației lui Laplace [6], [8] rezultă

$$f_e\left(\frac{\mathbf{r}}{l_0}\right) = f_m\left(\frac{\mathbf{r}}{l_0}\right) = f_{es}\left(\frac{\mathbf{r}}{l_0}\right) = f\left(\frac{\mathbf{r}}{l_0}\right). \tag{16}$$

În acest caz, ținînd seama de definițiile (1), (2) și (3) se obține :

$$C = \frac{\frac{\varepsilon}{\varkappa}\int_s \frac{(-\operatorname{grad} f)\, d\mathbf{A}_n \cdot l_0^2}{l_0}}{f_1 - f_2} \tag{17}$$

$$\Lambda = \frac{\mu \int_s \frac{(-\operatorname{grad} f)\, d\mathbf{A}_n\, l_0^2}{l_0}}{f_1 - f_2} \tag{18}$$

$$G = \frac{\sigma \int_s \frac{(-\operatorname{grad} f)\, d\mathbf{A}_n\, l_0^2}{l_0}}{f_1 - f_2} \tag{19}$$

în care elementul $d\mathbf{A} = d\mathbf{A}_n\, l_0^2$ de arie s-a exprimat de asemenea în raport cu lungimea l_0 de referință, $\varkappa = 1$ sau 4π după cum se folosesc unități raționalizate sau neraționalizate.

Din expresiile (17), (18) și (19) rezultă următoarele relații între C, Λ, G :

$$\frac{C}{\frac{\varepsilon}{\varkappa}} = \frac{\Lambda}{\mu} = \frac{G}{\sigma} = P \cdot l_0 \tag{20}$$

unde prin P s-a notat „permeanța geometrică" a cărei expresie este :

$$P = \frac{\int_s (-\operatorname{grad} f)\, d\mathbf{A}_n}{f_1 - f_2}. \tag{21}$$

Ținînd seama și de celelalte definiții ale mărimilor C, Λ și G rezultă încă două definiții echivalente ale permeanței :

$$P = \frac{\int_V (\operatorname{grad} f)^2\, dV_n}{(f_1 - f_2)^2} = \frac{\left[\int_s \operatorname{grad} f\, d\mathbf{A}_n\right]^2}{\int_V (\operatorname{grad} f)^2\, dV_n} \tag{22}$$

în care integralele de volum sînt extinse la volumul mărginit de tubul de linii de cîmp, iar integralele de suprafață la suprafața S a ariilor corespondente ; indicii n arată că elementele de arie și de volum sînt mărimi fără dimensiuni.

Din expresia (20) rezultă că determinarea mărimilor C, Λ și G se reduce la calculul permeanței geometrice.

Din formulele de definiție (22) rezultă că în calculul permeanței o importanță deosebită are expresia :

$$W(f) = \int_V (\operatorname{grad} f)^2\, dV_n \tag{23}$$

care este factorul geometric care intervine în expresia energiilor și pe care-l vom denumi în continuare *funcțională de energie*.

Ecuația lui Laplace reprezintă ecuația Euler pentru funcția care realizează minimul funcționalei de energie (23). Studiind prin urmare

proprietățile de maximum și minimum ale funcționalei de energie (23) vom obține informații asupra valorilor care pot încadra valoarea reală a permeanței.

În cele ce urmează vom nota cu P permeanța reală sau laplaciană (calculată cu funcțiunea f care satisface ecuația lui Laplace), cu P_s — valoarea superioară și cu P_i — valoarea inferioară care încadrează această permeanță. Valorile corespunzătoare funcționalelor de energie vor fi notate respectiv cu W, W_s și W_i.

Din prima expresie din (22) rezultă că se poate obține o valoare superioară P_s dacă în locul valorii minime W a funcționalei se folosește o valoare $W_s \geqslant W$ calculată cu o funcție $\varphi(\mathbf{r})$ care ia respectiv valorile f_1 și f_2 pe cele două arii corespondente și echipotențiale. Din a doua expresie din (22) rezultă că se poate obține o valoare inferioară P_i dacă în locul valorii minime a funcționalei W se folosește o valoare superioară $W_s > W(f)$ calculată cu o funcție $\varphi'(\mathbf{r})$ care satisface condiția:

$$\int_s \operatorname{grad} f \, \mathbf{dA}_n = \int_s \operatorname{grad} \varphi' \, \mathbf{dA}_n . \tag{24}$$

Studiul proprietăților de extremum ale funcționalei de energie poate da indicații suficiente referitor la modul cum trebuie construite funcțiile $\varphi(\mathbf{r})$ și $\varphi'(\mathbf{r})$.

Teoremele de extremum al funcționalei de energie

Teoremele de maximum și minimum ale funcționalei de energie se împart în două categorii: *a* — teoreme în care domeniul pentru care se definește funcționala de energie rămîne neschimbat și *b* — teoreme în care acest domeniu e variabil.

Vom enunța pe scurt cîteva dintre aceste teoreme, care sînt utile în aplicații.

Teorema I. Funcționala de energie a potențialului laplacian $f(\mathbf{r})$ dintr-un domeniu D mărginit exterior de suprafețele închise $\Sigma_1, \Sigma_2, \ldots, \Sigma_n$ pe care ia valorile constante $f_1, f_2, \ldots, f_n$, e minimă față de funcționala calculată cu oricare altă funcțiune continuă și derivabilă $f(\mathbf{r})$, care ia aceleași valori pe suprafețele $\Sigma_1, \Sigma_2, \ldots, \Sigma_n$, dar nu satisface ecuația lui Laplace în domeniul D.

În cazul a două suprafețe Σ_1 și Σ_2 teorema mai poate fi formulată: permeanța laplaciană este minimă.

Demonstrație. Fie $\Sigma_1, \Sigma_2, \ldots, \Sigma_n$ cele n suprafețe pe care potențialul $f(\mathbf{r})$ ia valorile $f_1, f_2, \ldots, f_n$ și satisface ecuația $\Delta f = 0$ în domeniul D mărginit exterior de aceste suprafețe, pe care le presupunem situate într-o regiune finită a spațiului.

Fie funcțiunea $\varphi(\mathbf{r})$ care ia valorile constante $f_1, f_2, \ldots f_n$ pe cele n suprafețe și tinde către zero la infinit ca și $f(\mathbf{r})$ dar care nu satisface ecuația Laplace în domeniul D. Considerăm funcțiunea $\psi(\mathbf{r}) = \varphi(\mathbf{r}) - f(\mathbf{r})$, care are următoarele proprietăți: $\psi(\mathbf{r}) = 0$ pe cele n suprafețe și $\Delta\psi = \Delta\varphi$ în domeniul D. În acest caz conform formulei lui Green rezultă:

$$\int_{V_D} (\operatorname{grad} \varphi)^2 \, dv = \int_{V_D} (\operatorname{grad} f)^2 \, dv + \int_{V_D} (\operatorname{grad} \psi)^2 \, dv +$$

$$+ 2 \int_{V_D} \operatorname{grad} f \operatorname{grad} \psi \, dv = W(f) + W(\psi) +$$

$$+ \sum_{k=1}^{n} 2 \int_{\Sigma_k} \psi \operatorname{grad} f \, \mathbf{dA} - 2 \int_{V_D} \psi \, \Delta f \cdot dv . \tag{25}$$

Ținînd seama de condițiile satisfăcute de funcțiunea $\psi(\mathbf{r})$ rezultă:

$$W(\varphi) = W(f) + W(\psi) \tag{26}$$

sau

$$W(f) < W(\varphi) \tag{27}$$

adică

$$P(f) < P(\varphi) . \tag{28}$$

Este interesant că în acest caz se poate calcula o margine inferioară a funcționalei $W(f)$ și deci se poate calcula diferența maximă între $W(\varphi)$ și $W(f)$. Vom calcula ulterior această margine pentru cazul particular în care funcțiunea φ satisface ecuația lui Laplace peste tot în afara unor suprafețe pe care grad φ are divergență superficială.

Formularea electrostatică a teoremei I. Energia electrostatică a cîmpului produs de un sistem de conductoare menținute la potențiale constante, situate într-un mediu dielectric liniar omogen și izotrop, și fără sarcină electrică adevărată, este minimă față de energia cîmpului electrostatic produs în aceleași condiții dacă mediul conține sarcină electrică adevărată. Teorema nu are formulare magnetostatică și electrocinetică cu sens fizic, dar poate fi folosită la calculul permeanțelor și conductanțelor, fapt care demonstrează utilitatea tratării unitare a problemelor.

Teorema a II-a. Funcționala de energie a potențialului laplacian $f(\mathbf{r})$ dintr-un domeniu D, mărginit de suprafețele echipotențiale $\Sigma_1, \Sigma_2, \ldots, \Sigma_n$ prin care fluxurile gradientului care derivă din acest potențial iau valorile constante $s_1, s_2, \ldots s_n$ este minimă în raport cu funcționala oricărei alte funcțiuni $f'(\mathbf{r})$ care satisface ecuația lui Laplace în domeniul D și al cărei gradient dă aceleași fluxuri ca și cel al funcțiunii $f(\mathbf{r})$, dar nu mai menține echipotențiale suprafețele $\Sigma_1, \Sigma_2, \ldots, \Sigma_n$. Demonstrația teoremei se face în același mod ca și în cazul teoremei I și de aceea nu insistăm asupra ei. Menționăm numai că teorema nu are formulări fizice, dar poate servi la calculul valorilor de încadrare a permeanțelor.

Teorema a III-a. Funcționala de energie a potențialului laplacian $f(\mathbf{r})$ dintr-un domeniu D mărginit de suprafețele echipotențiale $\Sigma_1, \Sigma_2, \ldots, \Sigma_n$, pe care potențialul ia valorile constante $f_1, f_2, \ldots f_n$, crește atunci cînd în domeniu se

mai introduc suprafețe echipotențiale, valorile potențialelor celorlalte suprafețe menținîndu-se constante și respectiv egale cu cele inițiale. În locul demonstrației, care se face de asemenea cu ajutorul formulei lui Green, este mai util să dăm formularea electrostatică a teoremei care e : energia cîmpului electrostatic produs de un sistem de conductoare, menținute la potențiale constante și situate într-un dielectric omogen, izotrop și liniar, crește dacă se mai introduc conductoare în cîmp ; sau : capacitatea a două conductoare crește dacă se mai introduc conductoare neîncărcate în cîmp.

Teorema a IV-a. Funcționala de energie a potențialului laplacian $f(\mathbf{r})$ dintr-un domeniu D, mărginit de suprafețele echipotențiale Σ_1, Σ_2, ... Σ_n, pe care potențialul ia valorile constante $f_1, f_2, \ldots f_n$, scade cînd se introduc în domeniu suprafețe pe care gradientul potențialului care se stabilește în noile condiții are componentă normală nulă. Și la această teoremă în locul demonstrației, e util să dăm formularea electrocinetică, care e : puterea produsă prin efect Joule într-un mediu conductor, omogen și izotrop, datorită circulației curenților produși de un sistem de conductoare perfecte, menținute la potențiale constante, scade cînd se introduc în mediu corpuri cu conductivitate nulă (adică perfect izolante). În cazul a două conductoare, teorema se mai poate formula : conductanța dintre două conductoare perfecte scade dacă se introduc suprafețe izolante în cîmpul lor. Se exclud bineînțeles cazurile în care suprafețele izolante coincid cu suprafețele laterale ale tuburilor de cîmp, cînd conductanța nu se modifică.

Aceste teoreme a căror valabilitate este aproape evidentă, puse sub exprimarea lor independentă de conținutul fizic, ne permit să tratăm unitar problema calculului capacităților, permeanțelor și conductanțelor.

Aplicarea teoremelor de extremum al funcționalei de energie la calculul valorilor de încadrare ale permeanțelor

Din teorema I rezultă că dacă se poate construi o funcție continuă, care satisface condițiile la limită dar nu satisface ecuația lui Laplace, permeanța calculată cu această funcție este mai mare decît permeanța laplaciană. Tot din această teoremă rezultă posibilitatea de a găsi și o valoare a permeanței mai mică decît cea laplaciană.

Dacă funcțiunea cu care calculăm se poate construi în așa fel încît diferența între P_s și P_i să fie mai mică în raport cu valorile lor, oricare din aceste valori aproximează foarte bine valoarea permeanței laplaciene care se găsește între ele. Eventual o medie a acestor valori poate să fie foarte apropiată ca valoare, de permeanța reală.

Pentru ca funcționala de energie calculată cu funcția construită să nu difere prea mult de funcționala laplaciană de energie, trebuie ca funcția construită să satisfacă ecuația lui Laplace într-o regiune pe cît posibil mai mare din spațiul cuprins între suprafețele echipotențiale a căror permeanță se calculează. De aici rezultă următoarea concluzie :

Domeniul D cuprins între cele două suprafețe echipotențiale trebuie împărțit în subdomenii pentru care se poate rezolva ecuația lui Laplace, iar condițiile de limită trebuie completate în așa fel, încît rezolvarea ecuației lui Laplace să fie posibilă. Împărțirea în subdomenii se face prin suprafețe pe care nu se cunoaște variația potențialului. Alegînd o variație a potențialului care să fie în concordanță cu condițiile la limită de pe cele două suprafețe echipotențiale, completăm condițiile la limită și găsind soluțiile ecuației lui Laplace pentru subdomeniile formate, reușim totodată să construim o funcție continuă $\varphi(\mathbf{r})$ care satisface condițiile la limită pe cele două suprafețe echipotențiale și satisface ecuația lui Laplace peste tot, în afară de punctele de pe suprafețele introduse pentru separarea subdomeniilor, pe care în general derivata după normală este discontinuă, adică avem divergență superficială.

În acest caz și diferența dintre valorile superioară și inferioară ale funcționalei de energie va fi mai mică, iar expresia funcționalei $W(\psi)$ devine :

$$W(\psi) = \int_{\Sigma_3} \psi \operatorname{grad} \psi \, \mathbf{dA} = \int_{\Sigma_3} (\varphi - f) \operatorname{grad} (\varphi - f) \, \mathbf{dA} =$$

$$= \int_{\Sigma_3} \varphi \operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA} - \int_{\Sigma_3} f \operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA} \qquad (29)$$

unde prin Σ_3 am notat suprafețele (contate pe ambele fețe) introduse pentru separarea domeniului D în subdomenii și pe care funcțiile f și φ sînt continue și de aceea :

$$\int_{\Sigma_3} \varphi \operatorname{grad} f \, \mathbf{dA} = 0 \text{ și } \int_{\Sigma_3} f \, (\operatorname{grad} f) \, \mathbf{dA} = 0 . \qquad (30)$$

Deci:

$$W(\varphi) - \int_{\Sigma_3} \varphi \operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA} = W(f) - \int_{\Sigma_3} f \operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA} \qquad (31)$$

sau

$$\left| W(\varphi) - \int_{\Sigma_3} \varphi \operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA} \right| - W(f) \leqslant \left| - \int_{\Sigma_3} f \operatorname{grad} \varphi \cdot \mathbf{dA} \right| <$$

$$< f_{max} \left[A_{\Sigma_3} \int_{\Sigma_3} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial n} \right)^2 dA \right]^{\frac{1}{2}} , \qquad (32)$$

conform inegalității Buniacowski-Schwartz.

Dacă grad $\varphi \, \mathbf{dA} > 0$ pe Σ_3 atunci se poate obține o valoare inferioară a funcționalei mai apropiată de cea reală, și anume deoarece

$$W(\psi) < \int_{\Sigma_3} \varphi \operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA} \qquad (33)$$

şi deoarece

$$W(\varphi) - W(\psi) = W(f)$$

rezultă

$$W(\varphi) - \int_{\Sigma_3} \varphi \operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA} < W(f). \qquad (34)$$

Dacă funcţiunea $\operatorname{grad} \varphi \cdot \mathbf{dA} < 0$ pe Σ_3 atunci

$$W(\psi) < \int_{\Sigma_3} \varphi \operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA} - f_{max} \int_{\Sigma_3} \operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA}$$

şi

$$W(f) > W(\varphi) + \int_{\Sigma_3} (f_{max} - \varphi) \operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA}. \qquad (35)$$

În cazul cînd $\operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA}$ îşi schimbă semnul pe Σ_3 pentru regiunile în care $\operatorname{grad} \varphi \cdot \mathbf{dA} > 0$ neglijăm contribuţia integralei $\int_{\Sigma_{3+}} \cdot f \operatorname{grad} \varphi \cdot \mathbf{dA}$ iar pentru regiunile în care $\operatorname{grad} \varphi \cdot \mathbf{dA} < 0$ înlocuim această contribuţie cu contribuţia calculată cu valoarea :

$$f_{max} \int_{\Sigma_{3-}} \operatorname{grad} \varphi \, \mathbf{dA}$$

unde prin Σ_{3+} am notat regiunile în care $\operatorname{grad} \varphi \cdot \mathbf{dA} > 0$ şi cu Σ_{3-} am notat regiunile în care $\operatorname{grad} \varphi \cdot \mathbf{dA} < 0$.

Din expresia funcţionalei $W(\psi)$ se observă că valoarea ei este cu atît mai mică cu cît diferenţa între f şi φ este mai mică şi cu cît suprafeţele sînt mai puţin întinse.

De aici rezultă că domeniile trebuie împărţite astfel încît suprafeţele despărţitoare să fie cît mai mici iar variaţia funcţiunii φ pe aceste suprafeţe trebuie aleasă cît mai apropiată de variaţia probabilă a funcţiunii $f(\mathbf{r})$ care poate fi bănuită pe baza unor consideraţii generale.

Deoarece ecuaţia lui Laplace se poate rezolva pentru domenii dreptunghiulare, circulare (în cazul cîmpurilor plane) paralelipipedice, cilindrice şi sferice (în cazul cîmpurilor spaţiale), mai rezultă că suprafeţele de separare în subdomenii vor trebui să fie suprafeţe plane, cilindrice sau sferice, iar suprafeţele echipotenţiale trebuie să fie date în aşa fel, încît să fie posibilă împărţirea în subdomenii care să aibă formele geometrice de mai sus.

Din teorema a III-a rezultă că prin modificarea suprafeţelor echipotenţiale, putem căpăta domenii pentru care rezolvarea exactă a problemei să fie mai uşoară şi prin urmare putem obţine valori de încadrare ale permeanţelor. De exemplu, dacă permeanţa magnetică a întrefierului unei maşini electrice, cu crestături dreptunghiulare de adîncime finită se calculează cu formulele obţinute pentru crestăturile de adîncime infinită, rezultă că permeanţa obţinută va fi ca valoare inferioară valorii permeanţei magnetice reale a întrefierului (fig. 1).

La fel, capacitatea pe unitatea de lungime a două bare paralele, paralelipipedice, cu secţiune transversală patrată, se încadrează între capacitatea cilindrilor înscrişi şi circumscrişi barelor (fig. 2).

Din teorema a IV-a rezultă că orice împărţire a cîmpului în tuburi de cîmp, cu permeanţe cunoscute, permite calculul unei valori de încadrare inferioare (fig. 3).

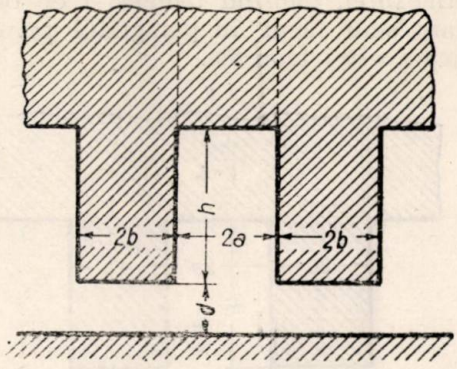


Fig. 1. Intrefier cu crestături dreptunghiulare de adîncime finită.

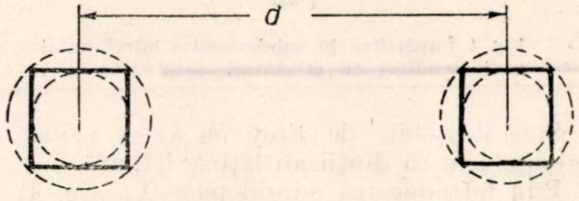


Fig. 2. Incadrarea barelor cu secţiune pătrată în cilindrii înscrişi şi circumscrişi.

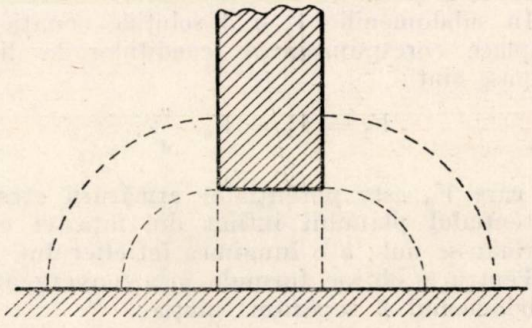


Fig. 3. Împărţirea cîmpului în tuburi de linii de cîmp cu permeanţe cunoscute.

Calculul permeanţei întrefierului unei maşini cu crestături dreptunghiulare deschise de adîncime finită

Ca aplicaţie a teoremelor de mai sus, vom calcula permeanţa unui intrefier cu crestături dreptunghiulare deschise de adîncime finită. Soluţia exactă a acestei probleme a constituit una dintre problemele rezolvate în lucrarea de doctorat a lui Karl Frey [9] şi a fost dată cu ajutorul reprezentării conforme. Calculele efectuate de Frey sînt atît de laborioase, încît practic sînt inaplicabile. Utilitatea unui asemenea calcul

constă, în primul rînd, în faptul că arată care sînt erorile ce se comit cînd se folosește factorul lui Carter, calculat pentru crestătura infinit adîncă. Observăm că această concluzie nu rezultă din lucrarea lui Frey, unde exemplul numeric calculat dă un rezultat care diferă la a patra zecimală de cel obținut cu formula lui Carter.

Vom calcula valorile superioare și inferioare ale permeanței, folosind teorema I cu observațiile care s-au făcut în paragraful privitor la aplicarea acestei teoreme.

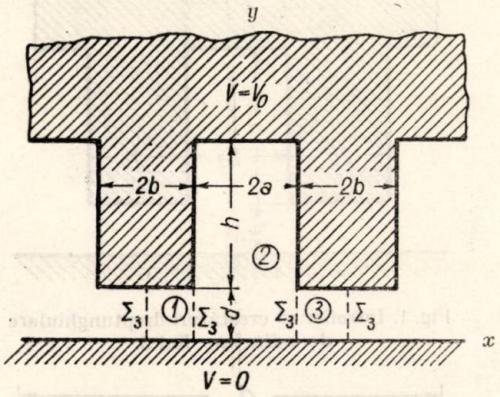


Fig. 4. Împărțirea în subdomenii a întrefierului unei armături cu crestături dreptunghiulare.

Spre deosebire de Frey nu avem nevoie să presupunem că dinții au lățime infinită.

Prin introducerea suprafețelor Σ_3 (fig. 4) pe care considerăm o distribuție liniară a potențialului, împărțim domeniul dat în subdomeniile 1, 2 și 3.

În subdomeniile 1 și 3 soluțiile ecuației lui Laplace corespunzătoare condițiilor la limită impuse sînt :

$$V_1 = V_3 = V_0 \cdot \frac{y}{d}, \tag{36}$$

în care V_0 este potențialul armăturii crestate, potențialul planului infinit din fața ei considerîndu-se nul ; d e lungimea întrefierului.

Pentru a obține formule mai convergente în subdomeniul 2 separăm soluția :

$$V_2' = V_0 \frac{y}{h+d}, \tag{37}$$

în care h este adîncimea crestăturii.

Ținînd seamă de modificarea condițiilor la limită, în urma separării soluției V_2' și făcînd notațiile :

$$\beta = \frac{\pi y}{h+d}\ ;\ \alpha = \frac{\pi d}{h+d}\ ;\ \xi = \frac{\pi x}{h+d}\ ;\ \xi_0 = \frac{\pi a}{h+d}, \tag{38}$$

obținem următoarea soluție pentru subdomeniul 2 [6], [7], [8] :

$$V_2 = V_0 \frac{\beta}{\pi} + \frac{2V_0}{\pi\alpha} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin n\alpha}{n^2} \cdot \sin n\beta \cdot \frac{\operatorname{ch} n\xi}{\operatorname{ch} n\xi_0} \tag{39}$$

unde $n = 1,2, \ldots$

Funcționalele de energie pentru subdomeniile 1 și 3 sînt, evident :

$$W_1 = W_3 = V_0^2 \frac{b}{d}, \tag{40}$$

în care $2b$ este lățimea dintelui.

Pentru calculul funcționalei W_2 ținem seamă de formula lui Green, adică :

$$W_2 = \int_{V_{D_2}} (\operatorname{grad} V_2)^2 \, dv = \int_{\Sigma} \cdot V_2 \operatorname{grad} V_2 \, d\mathbf{A} =$$

$$= \frac{2V_0^2\xi_0}{\pi} + \frac{4V_0^2}{\pi\alpha^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin^2 n\alpha}{n^3} \operatorname{th} n\xi_0. \tag{41}$$

Ținînd seamă de notațiile făcute funcționala superioară de energie va fi :

$$W_s = \frac{2V_0^2 b}{d} + \frac{2V_0^2 a}{h+d} + \frac{4V_0^2}{\pi\alpha^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin^2 n\alpha}{n^3} \operatorname{th} n\xi_0. \tag{42}$$

Pentru calculul limitei inferioare a funcționalei observăm că derivata potențialului V_2 după normala exterioară a suprafețelor Σ_3 este pozitivă. În acest caz pentru calculul expresiei W_i este suficient să facem integrala numai pe suprafața Σ_1, și obținem :

$$W_i = \frac{2V_0^2 b}{d} + \frac{2V_0^2 a}{h+d} + \frac{2V_0^2}{\pi\alpha} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin 2n\alpha}{n^2} \operatorname{th} n\xi_0. \tag{43}$$

Expresiile valorilor de încadrare ale permeanței reale vor fi :

$$P_s = \frac{W_s}{V_0^2} = \frac{2b}{d} + \frac{2a}{h+d} + \frac{4}{\pi\alpha^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin^2 n\alpha}{n^3} \operatorname{th} n\xi_0 \tag{44}$$

$$P_i = \frac{W_i}{V_0^2} = \frac{2b}{d} + \frac{2a}{h+d} + \frac{2}{\pi\alpha} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin 2n\alpha}{n^2} \operatorname{th} n\xi_0. \tag{45}$$

Notînd cu $P_0 = \frac{2(a+b)}{d}$ expresiile limitelor inferioară și superioară ale factorului lui Carter vor fi :

$$C_i = \frac{P_0}{P_s}\ ; \qquad C_s = \frac{P_0}{P_i}. \tag{46}$$

Calculînd media celor două permeanțe :

$$P_m = \frac{P_s + P_i}{2} \tag{47}$$

putem defini și o valoare medie a factorului lui Carter :

$$C_m = \frac{P_0}{P_m}. \tag{48}$$

Pentru a compara rezultatele obținute cu rezultatul lui Frey vom considera o crestătură care are aceleași dimensiuni ca în exemplul lui Frey. Conform notațiilor folosite avem :

$2b = 8$ mm, $2a = 7$ mm, $h = 10$ mm și $d = 1{,}5$mm.

Efectuînd calculele se obține (vezi anexa):

$$P_s = 7{,}781\,; \qquad P_i = 7{,}17.$$

Pentru aceeași crestătură Frey a calculat $P_e = 7{,}7226$ față de 7,7224 cît rezultă dacă se calculează cu formula lui Carter pentru crestătura infinit adîncă. Observăm că valoarea calculată cu formula lui Carter este inferioară valorii calculate de Frey întocmai cum cere teorema a III-a.

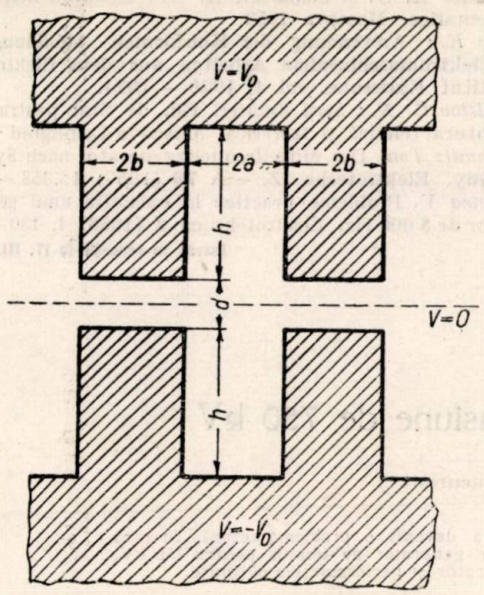


Fig. 5. Întrefier cu crestături dreptunghiulare așezate față în față.

Comparînd cu rezultatele obținute mai sus, se observă că P_s diferă de P_e cu o eroare mai mică de 1% în timp ce P_i diferă cu peste 7%, deoarece contribuția neglijată este mare față de valoarea totală a permeanței.

Formulele obținute dau rezultate bune la crestături puțin adînci, mai precis, la crestături a căror lățime este mai mare decît adîncimea. În adevăr, pentru $\alpha \to \pi$ ($h \to 0$) (întrefier fără crestături):

$$P_s = P_i = P_e = \frac{2b + 2a}{d}. \qquad (49)$$

Pentru crestături adînci limita inferioară e util să fie calculată cu formula lui Carter (conform teoremei a III-a).

Metoda de încadrare preconizată ne permite să calculăm permeanța întrefierului și în situația în care atît o armătură cît și cealaltă au crestături. Pentru exemplul din fig. 5 cînd crestăturile sînt față în față și au aceleași dimensiuni, observînd că planul echipotențial de potențial nul trece între cele două crestături prin mijlocul întrefierului, obținem din formulele precedente, următoarele expresii de încadrare a permeanței:

$$P_s' = \frac{2b}{d} + \frac{2a}{2h+d} + \frac{4}{\pi\alpha'^2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sin^2 n\alpha'}{n^3}\,\mathrm{th}\,n\xi_0' \qquad (50)$$

$$P_i' = \frac{2b}{d} + \frac{2a}{2h+d} + \frac{2}{\pi\alpha'}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sin 2n\alpha'}{n^2}\,\mathrm{th}\,n\xi_0', \qquad (51)$$

în care:

$$\alpha' = \frac{\pi d}{2h+d}\,; \qquad \xi_0' = \frac{2\pi a}{2h+d}.$$

Și în acest caz se recomandă ca valoarea inferioară a permeanței să fie calculată cu formula lui Carter care dă rezultate mai bune, în cazul crestăturilor adînci ($h > 2a$).

Cunoașterea acestor permeanțe este foarte utilă pentru calculul armonicelor produse de crestături și este mai ales necesară la alternatoarele de înaltă frecvență în care tensiunea indusă se produce prin variația permeanței întrefierului [11], [12].

Concluzii

Din exemplul tratat rezultă că metodele de încadrare a permeanțelor constituie un instrument prețios pentru determinarea cu aproximație suficient de bună a valorilor acestora. Rezultatele nu sînt aplicabile numai cîmpurilor plane ci și cîmpurilor cu simetrie spațială, cum sînt cele cu simetrie cilindrică unde metodele se aplică la fel. Un exemplu de calcul se va da într-o lucrare următoare.

Spre deosebire de metodele aproximative cunoscute, calculul prin încadrare permite evaluarea erorilor comise.

După cum se observă (v. anexa) volumul de calcule este relativ redus și în orice caz cu mult mai redus decît cel necesar în cazul reprezentării conforme.

ANEXA

Calculul valorilor P_s și P_i

Deoarece $2b = 8$ mm, $2a = 7$ mm, $h = 10$ mm, $d = 1{,}5$ mm rezultă:

$$\frac{2b}{d} = \frac{8{,}0}{1{,}5} = 5{,}333 \qquad \frac{2a}{h+d} = \frac{7}{11{,}5} = 0{,}61$$

$$\alpha = \frac{\pi d}{h+d} = \frac{\pi 1{,}5}{11{,}5} = 0{,}41\,; \qquad \xi_0 = \frac{\pi a}{h+d} = \frac{\pi 3{,}5}{11{,}5} = 0{,}955$$

th 1. $0{,}955 = 0{,}742$ $\qquad$ $\sin^2 0{,}41 = 0{,}398^2 = 0{,}159$

th 2. $0{,}955 = \mathrm{th}\ 1{,}910 = 0{,}96$ $\qquad$ $\sin^2 0{,}82 = 0{,}731^2 = 0{,}535$

th 3. $0{,}955 \cong 1$ $\qquad$ $\sin 0{,}82 = 0{,}731$

$\sin 1{,}64 \cong 1$

Vom avea:

$$P_s = 5{,}333 + 0{,}61 + \frac{4}{\pi\cdot 0{,}41^2}\left[(-1+0{,}742)\,0{,}158 + \frac{(-1+0{,}96)}{8}\,0{,}535\right] - \frac{2}{\pi\,0{,}41^2}\left[4\cdot 0{,}41^2\left(\frac{\ln 2\cdot 0{,}41}{2} - \frac{3}{4}\right)\right] = 7{,}781\,;$$

$$P_i = 5{,}333 + 0{,}61 + \frac{2}{\pi\cdot 0{,}41^2}\left[(-1+0{,}742)\cdot 0{,}731 + \frac{-1+0{,}96}{4}\cdot 1\right] + \frac{2}{\pi\,0{,}41}\,[2\cdot 0{,}41\,(\ln 0{,}82 - 1)] = 7{,}17.$$

În acest calcul s-au folosit următoarele dezvoltări asimptotice ale sumelor:

$$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\cos n2\alpha}{n^3}\cong 4\int_0^{\alpha}\mathrm{d}\alpha\int_0^{\alpha}\ln 2\ \alpha\cdot\mathrm{d}\alpha\cong 4\alpha^2\left[\frac{\ln 2\alpha}{2}-\frac{3}{4}\right]+\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^3}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sin.n2\alpha}{n^2}=-2\int_0^{\alpha}\ln 2\ \alpha\cdot\mathrm{d}\alpha\cong -2\alpha(\ln 2\alpha-1).$$

Bibliografie

[1] *Rayleigh*: Teoria sunetului vol. II (capitolul XVI Teoria rezonatorilor). Traducere în limba rusă. Ed. de Stat pentru literatură tehnică şi teoretică. Moscova, 1955.

[2] *Maxwell J. C.*: Traité d'électricité et de magnétisme. Gauthier Villars, Paris, 1 (1885) 129 — 162, 473 — 489.

[3] *Kirchhoff G.*: Vorlesungen über Mathematische Physik Electricität und Magnetismus. Herausgegeben von Dr Max Planck. Ed. B. G. Teubner, Leipzig 1891.

[4] *Răduleț R.*: Bazele teoretice ale electrotehnicii, vol. I II (curs litografiat) 1955.

[5] *Nicolau Edm.*: Metode variaționale şi tensoriale în electricitate. Ed. Tehnică, București 1956.

[6] *Smythe W. R.*: Static and Dynamic electricity. ed. II. NewYork—Toronto-London 1950 (trad în limba rusă) Ed. pentru literatura străină, Moscova 1954.

[7] *Ollendorff F.*: Berechnung magnetischer Felder. Julius Springer, Wien 1952.

[8] *Tihonov A. N.* şi *Samarskii A. A.*: Ecuațiile fizicii matematice, Moscova 1953.

[9] *Frey K.*: Anwendung der Konformen Abbildung im Elektromaschinenbau. Arbeiten aus dem Elektr. Institut Karlsruhe. vol. 4, 1920 — 1924.

[10] *Tolstov G. N.*: Serii Fourier. Ed. de Stat pentru literatura tehnică şi teoretică. Moscova-Leningrad 1951.

[11] *Schmitz Tom.* Der Mittelfrequenzgenerator nach System Guy. Elektrotechn Z. — A **78** (1957) 19,358 — 361.

[12] *Bunea V.* Probleme practice la execuția unui generator de 8 000 Hz. Electrotehnica **6** (1958) 4, 130—134.

Intrat în redacție la 17. III. 1958.

Un generator de impuls de tensiune de 750 kV

GHEORGHE HORTOPAN — București *)

Încercarea la impuls de tensiune a transformatoarelor a devenit o problemă actuală în țara noastră. În acest scop la ICET s-a proiectat şi s-a construit un generator de impuls pentru 750 kV. Autorul proiectului prezintă în articol, descrierea acestui generator şi performanțele obținute.

CZ 621.319.53

Aparatele, mașinile şi transformatoarele care sînt conectate la linii aeriene, sînt supuse la supratensiuni de origină atmosferică. Pentru a asigura exploatarea continuă a utilajului menționat este necesar ca acest utilaj să fie încercat la impulsul de tensiune, care reproduce supratensiunile atmosferice ce apar în exploatare. Încercarea urmează să se execute în concordanță cu principiile de „coordonare a izolației" [1]. După aceste principii, descărcătoarele au nivelul de izolație cel mai redus, astfel încît într-o instalație energetică prevăzută cu descărcătoare, nu este posibil să apară supratensiuni mai mari decît tensiunea reziduală a descărcătoarelor. Deci, dacă în fabrici, utilajul a fost încercat cu tensiuni de impuls — corespunzătoare nivelelor mediu sau superior — superioare tensiunii reziduale a descărcătoarelor, există o garanție că, în exploatare, nu se va produce o defectare a izolației din cauza supratensiunilor atmosferice. Problema încercării transformatoarelor la impuls de tensiune, în țară, a devenit actuală. Pentru a rezolva această problemă, Institutul de Cercetări Electrotehnice a construit un generator de impuls de tensiune, care a fost instalat şi pus în funcțiune recent. Autorul, care a proiectat generatorul, prezintă amănunte asupra parametrilor şi soluțiilor constructive ale acestui generator. De asemenea, se dau indicații asupra modului de calcul şi asupra rezultatelor obținute în exploatare.

*) Ing. Gh. Hortopan este şeful secției de curenți tari din Institutul de Cercetări Electrotehnice.

Parametrii generatorului

Generatorul este destinat a încerca atît obiecte cu capacitate proprie redusă (întreruptoare, izolatoare, separatoare) cît şi obiecte cu capacitate proprie mare (transformatoare). Tensiunea maximă produsă este de 750 kV. Unda este normală *CEI*, cu durata frontului de 1 μs şi durata semiamplitudinii de 50 μs. Capacitatea de impuls este $C_1 = 0{,}0214$ μF, iar capacitatea pe sarcină $C_e = 1\,100$ pF. Energia acumulată în capacitatea de impuls este:

$$W=\frac{1}{2}C_1V^2=\frac{1}{2}0{,}0214\cdot 920^2\approx 9\ \text{kWs}. \quad (1)$$

Calculul generatorului

Generatorul a fost calculat pe baza condensatoarelor disponibile. Pentru a forma capacitatea de impuls s-a dispus de condensatoare de 0,15 μF, cu tensiunea de lucru de 150 kV. Pentru a forma capacitatea de sarcină s-a dispus de condensatoare de cuplaj pentru liniile de transmisie de energie de 110 kV, cu o capacitate de 2 200 pF, cu tensiunea de încercare de 262 kV

în curent alternativ 50 Hz. Cum izolaţia internă a condensatorului corespunde la nivelul superior adică la tensiunea de ţinere de 505 kV după normele VDE 0111, rezultă că se poate admite pentru un condensator solicitarea maximă la impuls de 400 kV. Pe de altă parte acest rezultat a fost confirmat de experimentarea timp de cîţiva ani a unui alt generator de impuls echipat cu un astfel de condensator de sarcină, lucrînd în bune condiţii, la tensiunea maximă de impuls

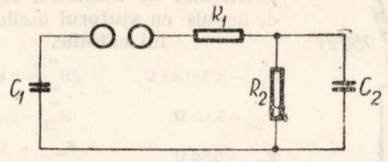


Fig. 1. Circuitul echivalent al generatorului de impuls.

de 400 kV [2]. Pe baza considerentelor expuse s-a admis formarea capacităţii de impuls propriu-zise prin conectarea în serie a două condensatoare de cuplaj pentru telefonie de frecvenţă pentru tensiunea nominală de 110 kV, 50 Hz. În acest mod tensiunea maximă produsă de generator a fost fixată la 750 kV. Din această valoare a rezultat că pentru a forma capacitatea de impuls este nevoie de 7 condensatoare de 0,15 μF, totalizînd 0,0214 μF, prin conectarea lor în serie.

Circuitul echivalent al generatorului s-a stabilit ţinînd seama de materialul astfel ales, precum şi de posibilitatea de a măsura tensiunea de impuls. În fig. 1 se indică circuitul echivalent al generatorului. Acesta este un circuit normal, cunoscut din literatura [3]. Rezistenţa R_2 serveşte în acelaşi timp şi ca divizor de tensiune. Capacitatea condensatorului C_2 rezultă din însumarea capacităţii condensatorului de impuls propriu-zis C_c cu capacitatea eclatorului de măsură C_e, cu capacitatea obiectului care se încearcă C_i, cu capacitatea parazită C_p a generatorului, adică :

$$C_2 = C_c + C_e + C_i + C_p. \qquad (2)$$

Capacitatea eclatorului de sfere s-a calculat [4] pentru eclatorul cu diametrul de 750 mm şi distanţa între sfere de 350 mm. S-a obţinut $C_e = 27$ pF. Capacitatea de impuls a transformatorului care se încearcă $C_i = \sqrt{C' K'}$ [2] se aproximează la 300 pF. Capacitatea parazită a generatorului se aproximează la circa 23 pF. După relaţia (2) rezultă :

$$C_2 = 1\,100 + 27 + 350 + 23 = 1\,500 \text{ pF} = \\ = 1{,}5 \cdot 10^{-3} \text{ μF}.$$

S-a menţionat mai înainte că valoarea capacităţii de impuls este $C_1 = 0{,}0214$ μF.

Fiind cunoscute valorile pentru C_1 şi C_2 s-au determinat valorile rezistenţelor R_1 şi R_2 pentru a obţine unda normală 1/50 μs. În acest scop s-a folosit lucrarea cunoscută a lui Angelini [3], S-a obţinut astfel $R_1 = 370\ \Omega$ şi $R_2 = 2\,660\ \Omega$, iar factorul de utilizare $\frac{U_m}{U_c} = 0{,}807$, în care U_m este amplitudinea undei de impuls, iar U_c — tensiunea teoretică obţinută prin conectarea condensatoarelor în serie.

Folosind aceeaşi lucrare [3] s-a calculat forma undei în cazul încercării obiectelor cu capacitate proprie redusă ($C_i \approx 0$). S-a obţinut o undă 0,76/48,6 μs cu un coeficient de utilizare $U_m/U_c = 0{,}8$. Abaterile acestei unde faţă de unda de 1/50 μs intră în toleranţele admise de 30% pentru front şi 5% pentru spate.

Realizarea tehnică

Schema de principiu a generatorului de impuls realizat este indicată în fig. 2, în care se recunoaşte folosirea schemei Marx. S-au folosit 7 etaje, cu tensiunea de încărcare pentru fiecare etaj de maximum 150 kV. Particularităţile constructive ale instalaţiei sînt următoarele :

Redresorul de înaltă tensiune. Pentru producerea tensiunii înalte în curent continuu s-a folosit schema dublării de tensiune folosind două kenotroane (poz. *3,4* din fig. 2) şi două condensatoare [5]. Unul dintre condensatoare de 0,3 μF este indicat în fig. 2 de poz. *1*, iar celălalt este constituit de condensatoarele de impuls (7 × × 0,15 μF) conectate în paralel, pe durata încăr-

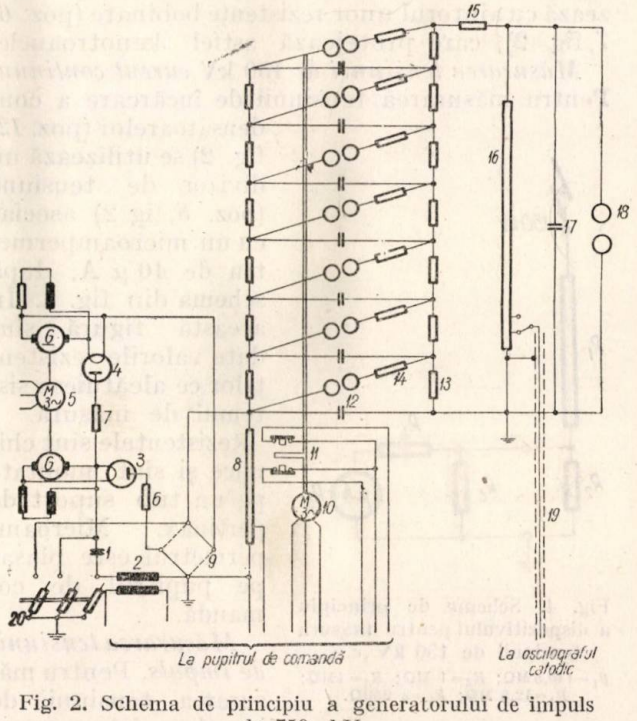


Fig. 2. Schema de principiu a generatorului de impuls de 750 kV.

cării lor (poz. *12* din fig. 2). Încălzirea kenotroanelor se realizează cu ajutorul unui grup convertizor, la care transmisia mecanică între motor şi cele două generatoare de curent continuu

se realizează prin axe izolante (tuburi de pertinax). Generatoarele de curent continuu sînt de tipul auto (12 V, 12 A) şi sînt izolate faţă de sol pe izolatoare ceramice.

În fig. 3 se arată fotografia grupului convertizor. Cu ajutorul inversorului de polaritate (poz. *9* fig. 2) se poate obţine tensiune pozitivă

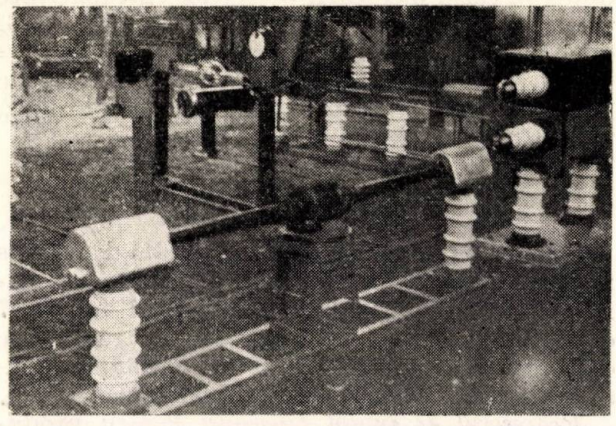


Fig. 3. Grupul convertizor pentru încălzirea kenotroanelor.

sau negativă. Tensiunea redresată este reglabilă între 0 şi 150 kV. Operaţia de reglaj se practică cu ajutorul unui autotransformator, în primarul transformatorului de înaltă tensiune (poz. *2*, fig.2). Limitarea curentului de încărcare se realizează cu ajutorul unor rezistenţe bobinate (poz. *6*, *7*, fig. 2), care protejează astfel kenotroanele.

Măsurarea tensiunii de 150 kV *curent continuu.* Pentru măsurarea tensiunii de încărcare a condensatoarelor (poz. *12*, fig. 2) se utilizează un divizor de tensiune (poz. *8*, fig. 2) asociat cu un microampermetru de 40 μ A, după schema din fig. 4. În această figură sînt date valorile rezistenţelor ce alcătuiesc sistemul de măsură.

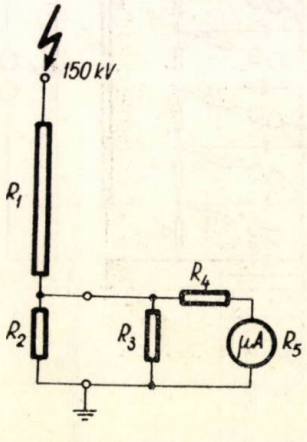


Fig. 4. Schema de principiu a dispozitivului pentru măsura tensiunii de 150 kV c.c.
R_1 = 149,5 MΩ; R_2 = 1 MΩ; R_3 = 1MΩ; R_4 = 12,5 MΩ; R_5 = 3 250Ω.

Rezistenţele sînt chimice şi sînt montate pe un tub suport de pertinax. Microampermetrul este plasat pe pupitrul de comandă.

Măsurarea tensiunii de impuls. Pentru măsurarea tensiunii de impuls se foloseşte un divizor de tensiune rezistiv, care în acelaşi timp constituie şi rezistenţa derivaţie R_2 a generatorului (fig. 1). Prizele divizorului de tensiune s-au determinat ţinînd seamă de impedanţa caracteristică a cablului de legătură între divizor şi osciloscopul catodic. În fig. 5 se arată schema de principiu a dispozitivului de măsurare a tensiunii de impuls. S-au ales două rapoarte de reducere a tensiunii, corespunzătoare prizelor *a* şi *b*. Urmărind fig. 5, raportul de transformare pentru priza *a* rezultă:

$$n_a = \frac{R'_{2a}(R''_{2a} + Z_0)}{R''_{2a} \cdot Z_0} + 1. \qquad (3)$$

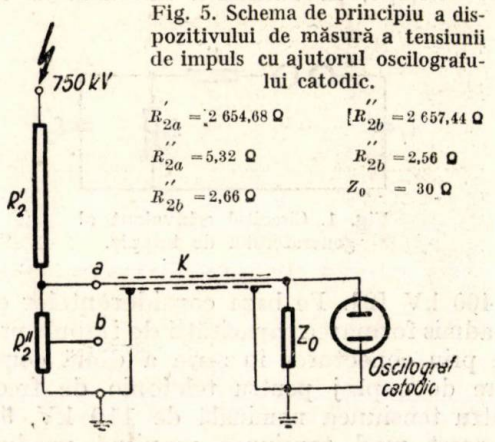


Fig. 5. Schema de principiu a dispozitivului de măsură a tensiunii de impuls cu ajutorul osciloscopului catodic.
R'_{2a} = 2 654,68 Ω; R'_{2b} = 2 657,44 Ω
R''_{2a} = 5,32 Ω; R''_{2b} = 2,56 Ω
R''_{2b} = 2,66 Ω; Z_0 = 30 Ω

Folosind relaţia (3) şi valorile indicate în fig. 5 se obţine $n_a = 587$ şi $n_b = 1\,120$.

Trebuie observat că rapoartele de reducere n_a şi n_b sînt susceptibile de corecţii, din cauza

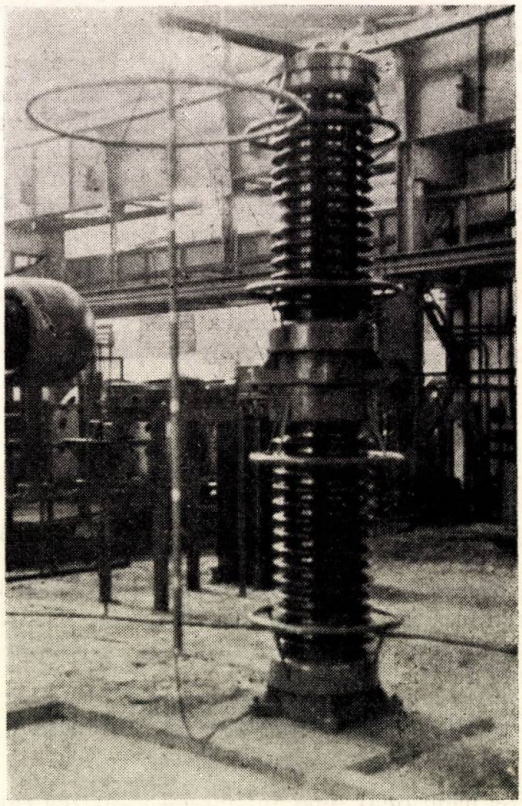


Fig. 6. Condensatorul de sarcină şi divizorul de tensiune de 9 000 Ω.

capacităţilor parazite faţă de pămînt ale divizorului. De asemenea, forma undei, care se

aplică oscilografului este deformată [6]. În scopul reducerii erorilor produse de divizor s-a prevăzut la partea superioară a divizorului o placă cilindrică cu diametrul de 1,5 m (fig. 7). Un alt divizor de tensiune de rezistenţă totală de 9 000 Ω

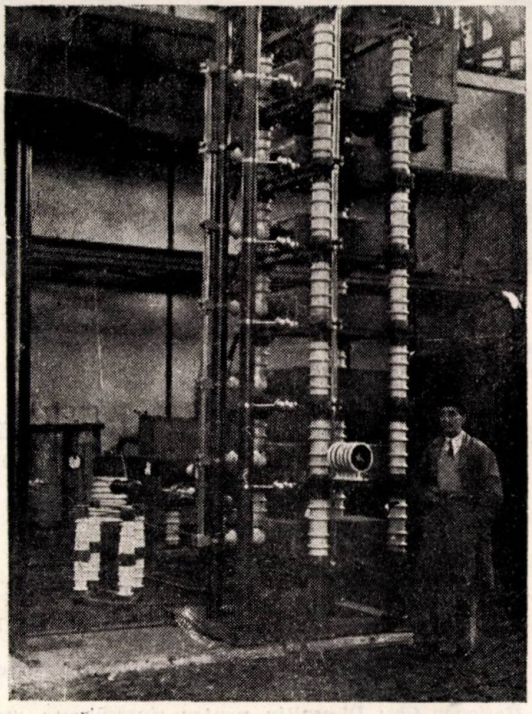


Fig. 7. Generatorul de impuls.

a fost construit pentru încercările de transformator. Acest divizor este prevăzut la partea superioară cu un ecran inelar, de asemenea cu scopul de a reduce erorile de măsură. Ambele divizoare au fost confecţionate din sîrmă de crom-nichel izolată cu bumbac şi bobinată neinductiv pe tuburi de pertinax. În fig. 6 se arată condensatorul de sarcină şi divizorul de tensiune de 9 000 Ω.

Construcţia generatorului de impuls se vede în fig. 7. Condensatoarele sînt aşezate pe platforme metalice izolate între ele cu izolatoare suport ceramice. Rezistenţele pentru încărcarea în paralel a condensatoarelor sînt lichide, în tuburi de sticlă. O coloană fixă constînd dintr-un tub de pertinax serveşte la fixarea unui rînd de rezistenţe lichide. O altă coloană izolantă mobilă, tot din pertinax, serveşte ca suport sferelor mobile ale eclatoarelor. Sferele fixe şi alt rînd de rezistenţe lichide sînt fixate la platformele metalice. În primul plan, la nivelul primului etaj, se vede condensatorul de cuplaj pentru impulsul de amorsare al generatorului.

Pupitrul de comandă conţine autotransformatorul regulator de tensiune de la 0 la 220 V, de 4,4 kVA, cum şi aparatele de control, protecţie şi comandă. În fig. 8, în primul plan, se vede pupitrul de comandă, iar în al doilea plan se observă dispozitivul pentru sincronizarea oscilografului cu generatorul de impuls.

Comanda amorsării generatorului de impuls se face la momentul dorit cu ajutorul dispozitivului de sincronizare menţionat. În acest scop una din sferele primului etaj de eclatoare este prevăzută cu un electrod central de amorsare. Impulsul de amorsare este trimis de la dispozitivul de sincronizare la electrodul central, prin intermediul unui cablu coaxial şi al unui condensator de cuplaj (fig. 7). Dispozitivul de sincronizare construit constituie obiectul unei lucrări separate [7].

Protecţia muncii. Afară de măsurile normale de blocaj şi semnalizare, instalaţia este prevăzută cu un separator automat de conectare la pămînt (poz. *20*, fig. 2) care are rolul de a descărca condensatoarele în momentul accesului în spaţiul de înaltă tensiune. Descărcarea condensatoarelor se produce prin intermediul unor rezistenţe bobinate pe tuburi de pertinax, care constituie în acelaşi timp şi cuţitele separatorului. Acţionarea separatorului se realizează cu ajutorul unui servomotor care ridică cuţitele separatorului şi cu ajutorul unui electromagnet de deblocare, care permite căderea liberă a cuţitelor separatorului.

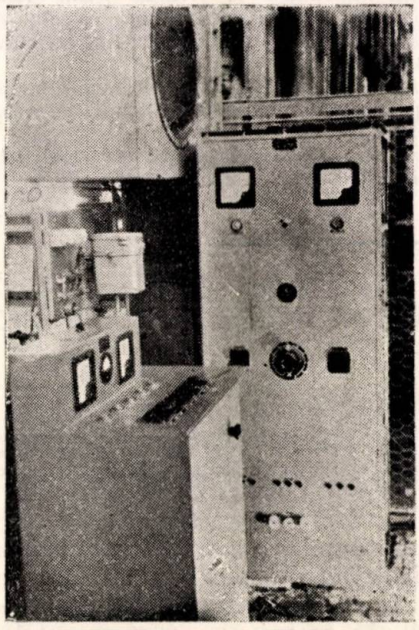


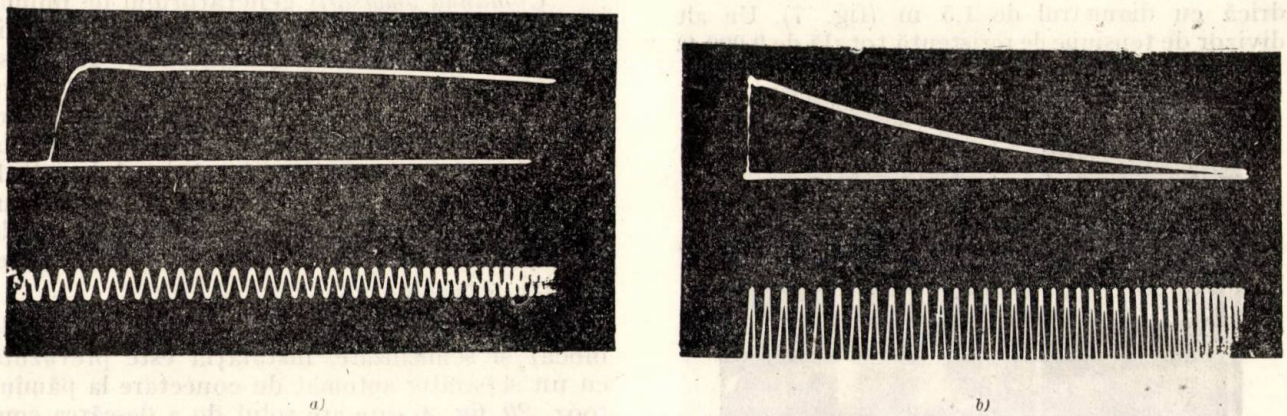
Fig. 8. Pupitrul de comandă (primul plan) şi dispozitivul de sincronizare.

Rezultatele obţinute

În fig. 9, *a* s-a reprodus oscilograma tensiunii de impuls produsă de generator, cu frecvenţa de comparaţie de 2 MHz. Pe această oscilogramă s-a determinat durata frontului convenţional de 0,88 μs. În fig. 9, *b* s-a reprodus oscilograma tensiunii de impuls, produsă de generator cu frecvenţa de comparaţie de 200 kHz.

Pe această oscilogramă s-a determinat durata semiamplitudinii de 51,4 μs. Tensiunea cea mai mare, de polaritate negativă a fost de 756 kV și s-a măsurat cu eclatorul cu sfere de 750 mm, la distanța între sfere de 360 mm.

Cu generatorul construit s-au efectuat în țară primele încercări de transformatoare la unda de impuls. Astfel s-a elaborat o tehnologie nouă în vederea îmbunătățirii calității transformatoarelor fabricate în țară.



a) b)

Fig. 9. Oscilograma undei de impuls de tensiune:
a – frecvența de comparație de 2 MHz; b – frecvența de comparație de 200 kHz.

Bibliografie

[1] *Heller B.* u *Veverca A.*: Stosserscheinungen in elektrischen Maschinen. V. Technik Berlin (1957) 13–29.
[2] *Hortopan Gh.*: Observații privind calculul și comanda unui generator de impuls. Electrotehnica 5 (1957) 1,13 – 18.
[3] *Angelini A.*: Nouvelles formules pour les calculs pratiques relatifs aux essais de choc. Rap. 335 CIGRE 1950.
[4] *Böning P.*: Kleines Lehrbuch der elektrischen Festigkeit. G. Braun, Karlsruhe 1955, 35.
[5] *Sirotinski L.*: Tehnica tensiunilor înalte. Trad. din limba rusă Ed. Energetică de Stat, București, 1955, 35.
[6] *Paasche P.*: Hochspannungs-Messungen. V. Technik Berlin 1957, 97.
[7] *Hortopan Gh.*: Dispozitiv pentru sincronizarea generatorului de impuls de tensiune cu osciloscopul catodic. Electrotehnica 6 (1958)4, 126–130

Intrat în redacție la 17. III. 1958

Elaborarea unei construcții modernizate de întreruptor cu ulei mult la 15 kV

BALÁZS MATHE – Craiova*)

Modernizarea întreruptoarelor fabricate în țară constituie o preocupare permanentă a constructorilor de aparate. În articol se prezintă construcția modernizată și performanțele unui întreruptor cu ulei mult de 15 kV, fabricat la Electroputere.

CZ 621.316.57.064.25

Întreruptoarele de înaltă tensiune fabricate de industria electrotehnică, în stadiul actual, nu satisfac în toate cazurile cerințele economiei naționale, în ce privește performanțele lor tehnice de funcționare. În plus, în construcția lor nu s-a ținut seamă de considerente de economie de materiale, cum nici de considerente de gabarit, de greutate redusă, sau de cele tehnologice.

Problema elaborării unei construcții modernizate de întreruptor în ulei mult, pentru clasa de izolație de 15 kV, este relativ nouă și a apărut întocmai ca o necesitate, datorită faptului că tipul vechi de întreruptor IUM 15 (sau IU-15), în fabricație și în exploatare, a prezentat deficiențe de funcționare, constructive, tehnologice, fiind în același timp și o construcție neeconomică (gabarit mare, volum mare de ulei și de materiale feroase etc.).

La elaborarea construcției noi s-a ținut seama de performanțele tehnico-economice ale cîtorva întreruptoare, pentru clasa de izolație de 15 kV, fabricate în țară și în străinătate. Studiul comparativ s-a efectuat pe baza unor parametri de comparație, indicați în tabela 1. S-a socotit drept cel mai important parametru de funcționare al întreruptorului puterea lui de rupere, care caracterizează siguranța de funcționare a întreruptorului respectiv. Pe lîngă puterea de rupere,

*) Ing. B. Mathe este șeful laboratorului central al fabricii Electroputere — Craiova.

s-a ţinut seamă şi de alţi parametri de funcţionare ai întreruptorului care determină siguranţa lui de funcţionare, atît în scurtcircuit, cît şi în regim de lungă durată

La elaborarea construcţiei noi, s-a ţinut seamă şi de latura economică a problemei — o tendinţă modernă — consumul de materiale necesar pentru realizarea unui MVA putere de rupere la întreruptorul respectiv („greutate specifică") şi consumul de spaţiu necesar pentru amplasarea unui MVA în celulă („gabarit specific"). Trebuie însă menţionat că nici aceste rapoarte nu reprezintă criterii absolute de comparaţie, datorită faptului că nu reflectă dacă produsul are o tehnologie simplă, raţională. De asemenea, la elaborarea construcţiei noi de întreruptor s-a avut în vedere necesitatea utilizării maxime a pieselor normalizate, cum şi unificarea subansamblelor, atît ca soluţie constructivă, cît şi ca procedeu tehnologic de confecţionare.

Din tabela 1 se vede că tipul vechi IUM-15 (IU-15) a prezentat o serie de dezavantaje tehnico-economice, pe cînd întreruptorul IU-15 M este o construcţie modernă, care concurează cu construcţiile străine, prin parametrii săi de funcţionare.

Proiectarea întreruptorului

La proiectarea întreruptorului nou, s-a utilizat experienţa fabricii Electroputere, în privinţa proiectării întreruptoarelor în ulei mult, cum şi rezultatele probelor de tip, efectuate asupra a două variante de construcţie a întreruptorului la 15 kV. Datorită faptului, că aceste două variante n-au dat rezultate satisfăcătoare cu ocazia încercărilor, la calculul şi elaborarea construcţiei s-a mers pe o linie diferită faţă de cea obişnuită, procedîndu-se în felul următor :

1. Faţă de construcţiile existente, contactele fixe ale întreruptorului au fost scufundate mai adînc în ulei şi a fost micşorat volumul saltelei de aer. Această modificare a contribuit la crearea de condiţii mai bune de răcire a bulei de gaze

Tabela 1

Nr.	Tipul întreruptorului	Tara Firma Fabrica	Curent nominal A	Curent limită de trecere kA		Curent de stabilitate termică de 5 s kA	Curent de rupere kA	Putere de rupere MVA	Greutatea kg		Gabarite			Greutate specifică kg/MVA	Gabarit specific mm³/MVA	Observaţii
				Valoare eficace	Valoarea amplitudinii				fără ulei	a uleiului	lungime mm	lăţime mm	înălţime mm			
1	IUM-15 (vechi)	R.P.R. Electro putere	600	—	27	15,5	3,85	100	440	220	1 390	1 160	1 780	6,6	$2{,}74.10^7$	
2	B-200	R.D.G. Sachsen-werk	600	—	60	15	8	200	400	—	960	695	1 260	2	$0{,}4.10^7$	
3	MFR-15 I	Italia Magrini-Bergonio	600	34	—	24	16	400	280	40	988	590	2 141	0,8	$0{,}31.10^7$	
4	MFR-15E	Idem	600	34	—	24	16	400	400	60	1 462	1 120	3 137	1,5	$1{,}29.10^7$	
5	W_1B	Anglia Brush	800 / 1 200	—	—	—	—	150	431 / 451	68	$1{,}47.10^9$ mm³			3,3 / 3,45	$0{,}98.10^7$	
6	W_2B	Idem	800 / 1200	—	—	—	—	250	431 / 451					2 / 2,06	$0{,}59.10^7$	
7	SC2-3	Franţa Merlin-Gerin	320	20	—	—	1,2	32	124	62	860	742	1 418	5,8	$2{,}8.10^7$	
8	SC2-6	Idem	320	20	—	—	2,4	64	—	—				—	$1{,}4.10^7$	
9	IU-15M (tip nou)	R.P.R. Electro-putere	200 400 600	34	20	6,8	6,8	175	286	80	880	746	1 466	2,09	$0{,}55.10^7$	

şi la creşterea presiunilor de lucru ale întreruptorului.

2. Presiunile de lucru ale întreruptorului s-au putut calcula — suficient de exact — după oscilogramele obţinute la verificările puterii de rupere a tipurilor anterioare de întreruptoare

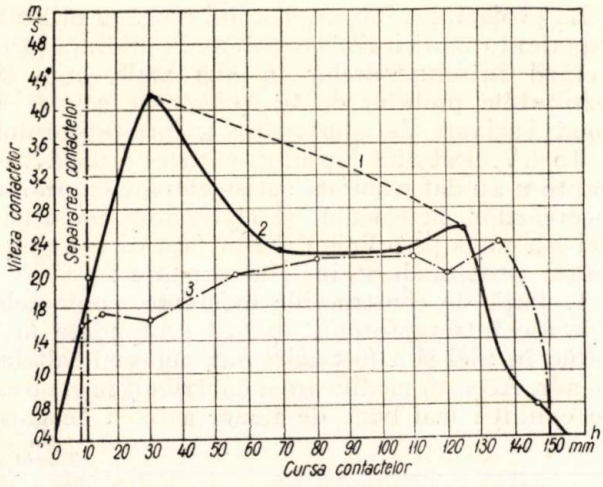


Fig. 1. Viteza contactelor în funcţie de cursă :
1 — curba teoretică obţinută din calcul; 2 — curba experimental obţinută la întreruptorul IU — 15 M; 3 — idem la IUM — 15.

(IU-15 şi IUM-15), calculînd presiunea maximă posibilă în cuvă cu formula empirică valabilă pentru arc staţionar [1].

$$p_{max} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{\mu^2 S^2} \frac{\rho}{2}}, \qquad (1)$$

în care :

$$Q = (250 \ldots 300)\, P_a \qquad (2)$$

P_a — pierderile degajate în arc (kW) ;
ρ — densitatea uleiului (kg/cm³) ;
μ — coeficientul ajutajului ;
S — secţiunea orificiului de evacuare (cm²).

Pierderile degajate în arc s-au calculat în funcţie de oscilogramă :

$$P_a = \frac{1}{t_a} \int_0^{t_a} e_a i \, dt = \frac{1}{t_a} \int_0^{t_a} e_a I_{max} \sin \omega t \, dt \qquad (3)$$

unde t_a este durata arcului iar e_a — căderea de tensiune în arc (după oscilogramă).

Încercările ulterioare au indicat o bună concordanţă între rezultatele calculului şi cele ale experienţei.

3. Presiunea relativ mare obţinută prin calcul, în mod conştient a fost folosită pentru stingerea arcului electric. Gazele acumulate în salteaua de aer şi menţinute acolo suficient timp (fapt asigurat de secţiunea şi configuraţia orificiului de evacuare) prin contrapresiunea lor, au îngreuiat condiţiile de dezvoltare a arcului şi au asigurat un contact mai bun între canalul de arc şi ulei. Tipurile anterioare nu acumulau nici o presiune în salteaua de aer, sau erau distruse din punct de vedere mecanic, datorită presiunilor prea mari.

4. Prin coordonarea eforturilor iniţiale şi finale ale resoartelor de contact şi declanşare, prin micşorarea inerţiei mecanismului de acţionare şi prin raţionala lui amplasare s-a obţinut inversarea caracteristicii cinematice $v_c = f(h_c)$ după cum se vede în fig. 1.

Astfel s-au asigurat viteze mari de deschidere, nu la sfîrşitul cursei de deschidere, cînd de obicei se stinge arcul, ci la început, în perioada formării, îngroşării coloanei de arc.

S-a dovedit că la încercări de rupere, întreruptorul construit după acest principiu a dat rezultate incomparabil mai bune decît tipurile vechi (de exemplu IU-15).

5. În urma probelor de încălzire de lungă durată şi de stabilitate termică, s-a dovedit a fi posibilă reducerea secţiunii căii de curent cu circa 17%, ceea ce a dus la economii însemnate de cupru. Această modificare a fost generalizată şi la alte întreruptoare, de alte clase de izolaţie.

6. Micşorarea gabaritului întreruptorului s-a obţinut prin reducerea rezervelor de izolaţie şi coordonarea raţională a distanţelor de izolaţie în aer şi ulei.

7. Spre deosebire de întreruptoarele existente, la întreruptorul de tip nou, nu construcţia a determinat caracteristicile de curent la scurtcircuit, ci acestea din urmă au constituit date iniţiale, pentru proiectare. În coordonarea caracteristicilor de curent la scurtcircuit, s-au avut în vedere reţelele existente (coeficienţii de amortizare a componentei aperiodice şi duratele de acţionare ale protecţiei). Astfel, curentul de stabilitate dinamică (valoarea amplitudinii curentului limită de trecere) impus în proiectare a fost :

$$i_{soc} = K_{soc} \sqrt{2}\, I_R = 1{,}75 \sqrt{2} \cdot 6{,}7 = 16{,}6 \text{ kA} \qquad (4)$$

în care I_R este curentul de rupere simetric.

(Realizarea accelerării mai rapide a deplasării contactelor la începutul cursei însă, a contribuit la creşterea stabilităţii dinamice a construcţiei. Încercările au dovedit că se poate garanta pentru întreruptor o stabilitate dinamică de 34 kA).

Valoarea eficace a curentului limită de trecere, iniţial impus, avînd în vedere coeficientul de amplitudine [2] :

$$K_a = \frac{K_{soc} \sqrt{2}}{\sqrt{1 + 2\,(K_{soc} - 1)^2}} = 1{,}7 \qquad (5)$$

a fost :

$$I_{soc} = \frac{i_{soc}}{K_a} = 9{,}8 \text{ kA}. \qquad (6)$$

Avînd în vedere temporizările reale în reţelele actuale, s-a impus ca fiind suficient de acoperitor, pentru curentul de stabilitate termică de 5 s :

$$I_5 = I_R = 6{,}8 \text{ kA}. \qquad (7)$$

Construcția căii de curent a fost elaborată pe baza acestor date inițiale de calcul. La încercări, întreruptorul a demonstrat rezerve considerabile și în acest domeniu.

Construcția întreruptorului

Cuva întreruptorului este de formă cilindrică, cu fund bombat (de maximă rezistență mecanică). Pereții interiori ai cuvei sînt căptușiți cu preșpan. Spațiile corespunzătoare celor trei faze sînt separate prin paravane de preșpan și placaj, care permit o circulație ușoară a uleiului și echilibrarea presiunilor. În cazul presiunilor inadmisibile, explozia întreruptorului se previne prin turtirea bucșelor de siguranță, deschizînd orificii suplimentare de evacuare a gazelor între cuvă și capac. Un dispozitiv este prevăzut pentru ridicarea și coborîrea cuvei pe suportul întreruptorului.

Capacul întreruptorului este de formă circulară, turnat. Pentru evacuarea gazelor, care se formează cu ocazia funcționării normale a întreruptorului, pe capac este montată o țeavă prevăzută cu o clapetă, care împiedică pătrunderea în interiorul cuvei a umezelei și a impurităților.

Calea de curent a întreruptorului este formată din borna de trecere, contact fix și mobil, traversa conductoare. Contactele fixe și mobile sînt de tipul frontal, punctiform. Presiunea pe contact se asigură prin resoarte nestrăbătute de curent (asigurîndu-se astfel presiunea pe contact, constantă în timp).

Echipajul mobil constă din trenul de rupere, tije izolate, traversa de susținere, sistemul de ghidaj și amortizare. Prin alegerea profilelor este redusă rezistența la deplasare în ulei a echipajului mobil.

Mecanismul de acționare al întreruptorului transformă mișcarea de rotație a axului, în mișcare de translație a echipajului mobil. Inerția pieselor în mișcare a mecanismului întreruptorului și a echipajului mobil este micșorată constructiv, fapt care asigură în momentul separării contactelor o viteză mare de declanșare.

Suportul întreruptorului este o construcție metalică de care se fixează ansamblul întreruptorului și dispozitivul de ridicare și coborîre a cuvei. Acesta din urmă demultiplică forța manipulantului, asigurînd o ridicare sau coborîre ușoară și rapidă a cuvei, cu ocazia reviziilor în exploatare.

Caracteristicile tehnice ale întreruptorului precizate în urma încercărilor de tip

1. Tensiunea nominală	15	kV
2. Tensiunea maximă de lucru	17,5	kV
3. Curentul nominal al întreruptorului	200	A,
	400	A,
	600	A
4. Puterea de rupere	175	MVA
5. Frecvența	50	Hz
6. Curentul de rupere	6,8	kA
7. Curentul limită de trecere :		
— amplitudine	34	kA
— valoare eficace	20	kA
8. Curentul de stabilitate termică (de 5 s)	6,8	kA
9. Tensiunea de încercare la frecvența industrială (50Hz)	5,5	kV
10. Tensiunea de încercare la impuls cu unda plină 1/50 μs	95	kV
11. Tensiunea minimă de conturnare la frecvența industrială (50 Hz)	60,5	kV
12. Timpul de deschidere de la aplicarea comenzii de deschidere pînă la stingerea arcului cu dispozitiv DMI	0,7—0,8	s
13. Timpul de închidere a întreruptorului cu dispozitiv solenoidal de acționare (tip DSI)	0,3	s
14. Cursa liniară, totală a echipajului mobil	156	mm
15. Cursa unghiulară corespunzătoare	90°	
16. Distanța între contacte în poziție deschisă	146	mm
17. Cursa în contacte	10	mm
18. Precomprimarea resoartelor de contact	17	kg
19. Comprimarea finală a resoartelor de contacte	40	kg
20. Precomprimarea resortului de deschidere	1	kg
21. Comprimarea finală a resortului de deschidere	40	kg
22. Momentul de închidere static (maxim)	22	kgm
23. Lucrul mecanic static de închidere	10	kgm
24. Greutatea întreruptorului cu suport, fără ulei	286	kg
25. Greutatea întreruptorului cu dispozitiv de acționare manual tip DMI fără ulei	326	kg
26. Greutatea întreruptorului cu dispozitiv de acționare solenoidal tip DSI fără ulei	344	kg
27. Greutatea uleiului	80	kg

Acționarea întreruptorului

— După tipul dispozitivului de acționare, întreruptorul poate fi acționat :

a) manual (cu dispozitiv de acționare tip DMI);
b) electric (cu dispozitiv de acționare tip DSI);
c) pneumatic (cu dispozitiv de acționare tip DPI);
d) cu contragreutate (cu dispozitiv de acționare tip RAI).

— După felul cuplajului dispozitivului de acționare cu întreruptorul, se deosebesc două variante de execuție :

a) execuție monobloc, unde dispozitivul de acționare este fixat pe suportul întreruptorului;
b) execuție separată, unde dispozitivul de acționare este montat separat de întreruptor.

— Toate aceste dispozitive de acționare asigură :

a) închiderea și deschiderea manuală a întreruptorului;
b) deschiderea automată sau voită (de la distanță printr-un electromagnet de deschidere) comandat de contactele releului de protecție secundar sau prin buton ori cheie de comandă.

În plus, dispozitivele de acționare cu comandă electrică (solenoidală, pneumatică și cu contragreutate) mai asigură și închiderea întreruptorului de la distanță, voită sau automată (reanclanșare automată).

Încercări de tip

Întreruptorul a fost supus următoarelor încercări de tip conform STAS 3686 — 53 și normelor internaționale.

1. *Verificarea izolației întreruptorului* :

— Tensiunea de încercare 55 kV (50 Hz) timp de 1 minut a fost aplicată între calea de curent și corp, în poziție închisă și deschisă, precum și între fazele vecine. Nu s-au observat nici conturnări, nici efluvii.

— Pentru aceleași poziții s-a determinat, experimental, tensiunea minimă de conturnare la 50 Hz și s-a obținut 62 kV. Conturnarea s-a produs în exterior, între fază și corp.

— Izolația întreruptorului a fost încercată și cu unda de impuls 1/50 μs, pozitivă și negativă de 95 kV. Nu s-au obținut conturnări sau efluvii.

2. *Verificarea încălzirii întreruptorului* s-a executat pentru varianta de 600 A, imitînd condițiile de montaj (secțiunea și amplasarea barelor de legătură), care au o influență apreciabilă. Supratemperaturile maxime înregistrate cu termometre sau termocuple au fost :

— pe calea de curent în interiorul cuvei	33,7°C
— pe calea de curent în exterior (pe bornă)	29,8°C
— pe capac	21,3°C
— în ulei.	21,7°C.

3. *Verificarea caracteristicilor mecanice* au constat în :

— Ridicarea diagramei $\alpha = f(h_c)$, cursa unghiulară a axului motor în funcție de cursa liniară a contactelor.

— Ridicarea diagramei $M_{st} = f_2(\alpha)$ moment static de închidere, în funcție de cursa unghiulară a axului motor.

Momentul și lucrul mecanic maxim, static de închidere a fost găsit 22, respectiv 10 kgm.

— Ridicarea diagramei $v_c = f_3(h_c)$ prin oscilografiere. (Viteza liniară a contactelor în funcție de cursa contactelor la deschidere). Viteza în momentul separării contactelor a fost găsită 1,9—2 m/s, fără curent. Viteza maximă 4—4,5 m/s.

Timpul total de deschidere a contactelor s-a obținut de 0,05—0,06 s.

— Ridicarea diagramelor $v_c = f_4(h_c)$ prin oscilografiere, închizînd întreruptorul cu diferite dispozitive de acționare.

— Determinarea duratelor de funcționare, cu diferite dispozitive de acționare, s-a executat prin oscilografiere cu un înregistrator de cursă în trepte (rezultatele obținute sînt date în pct. 3).

4. *Verificarea stabilității de funcționare* a întreruptorului la curenți limită de trecere.

Încercările au fost efectuate după schema bifazată și trifazată (fig. 2 și 3), după metodica probelor suprapuse.

a) *Încercarea după schema bifazată* la curent limită de trecere și la stabilitate termică a fost efectuată după reglarea resoartelor de contact și după executarea conexiunilor, asemănător cu cele din exploatare.

S-au înregistrat, prin oscilografiere, curentul și supratemperatura căilor de curent și s-au efectuat 10 probe cu valorile amplitudine ale curentului de scurtcircuit între 6 și 31,5 kA și cu valoarea $\int_0^T I^2\,dt$ pînă la 750 kA²s.

În urma acestor probe nu s-a înregistrat o topire esențială a contactelor sau deteriorări mecanice. Supratemperatura maximă, măsurată prin oscilografiere, a fost de 150°C.

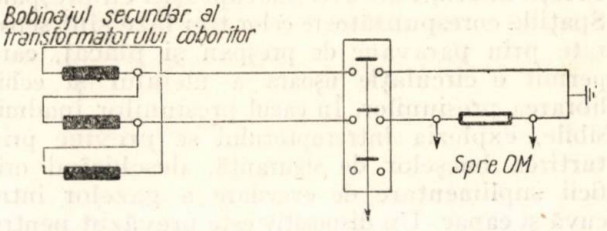


Fig. 2. Schema bifazată pentru verificarea curenților limită de trecere.

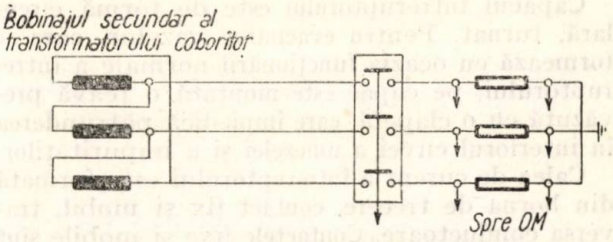


Fig. 3. Schema trifazată pentru verificarea curenților limită de trecere.

b) *Încercarea după schema trifazată* la curent limită de trecere și stabilitate termică a constat din nouă probe. La cinci probe durata scurtcircuitul a fost de 0,5 s, amplitudinea curentului variind între 22,5 și 34 kA, observîndu-se mici urme de topire pe contactele întreruptorului. La restul de patru probe, durata scurtcircuitului a fost de 1 s, amplitudinea curentului variind între 22 și 41 kA, iar valoarea $\int_0^T I^2\,dt$ ajungînd pînă la 350 kA²s.

La proba de 41 kA s-a observat o scînteiere și o ușoară sudare a contactelor. Supratemperatura maximă înregistrată a fost de 90°C.

5. *Verificarea puterii de rupere* a întreruptorului s-a efectuat într-un laborator de mașini din U.R.S.S., conform GOST 687—41 și a schemelor de conexiuni din fig. 4, 5, 6.

Scurtcircuitul a fost realizat de la generatorul sincron de șoc *3* prin conectarea acestuia în faza necesară a tensiunii cu scurtcircuitorul ultrarapid *1*. Valoarea dorită a curentului de scurtcircuit s-a realizat prin reactoarele de frunte *4*, reactoarele de spate *2* și prin conexiunea corespunzătoare a transformatorului ridicător *6*. Întreruptorul de protecție *5* a fost comandat, de un comutator program special, să întrerupă circuitul, dacă după un timp dat întreruptorul de încercat IU 15 M, *9*, nu reușește să stingă arcul electric. Curenții de scurtcircuit au fost

înregistrați prin oscilograf magnetoelectric *OM* și șunturi speciale de curent alternativ *12*. Tensiunea de restabilire s-a înregistrat atît cu oscilograf magnetoelectric, cît și cu cel catodic *OC* cu divizor ohmic de tensiune *8* și cu transformator de tensiune *7*.

Caracteristicile cinematice s-au urmărit cu un înregistrator de cursă în trepte *14* prin oscilografiere. Presiunea în cuvă s-a măsurat prin metoda punții, cu un înregistrator inductiv *11* și amplificator *10* corespunzător. Întreruptorul a fost mutat pe platforma de încercare, cuplat

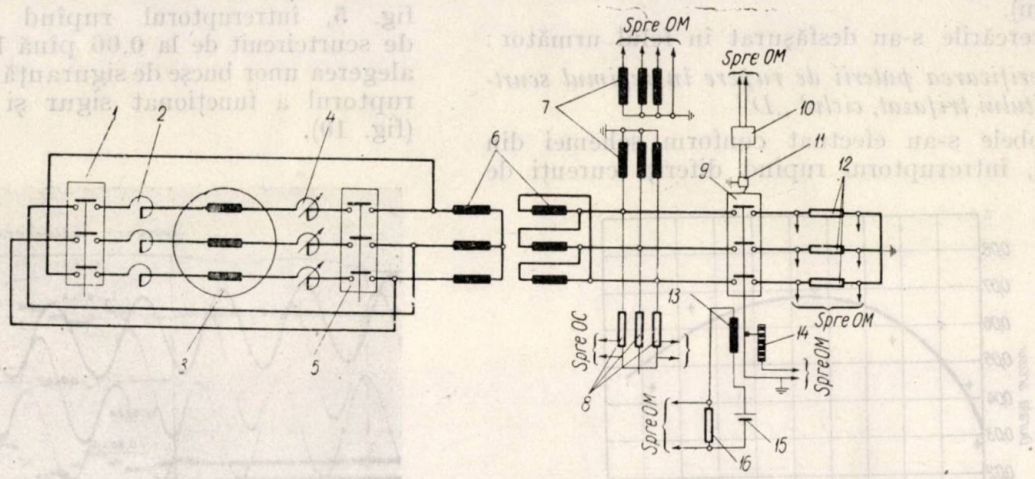


Fig. 4. Schema de verificare a puterii de rupere a întreruptorului în regimul scurtcircuitului trifazat.

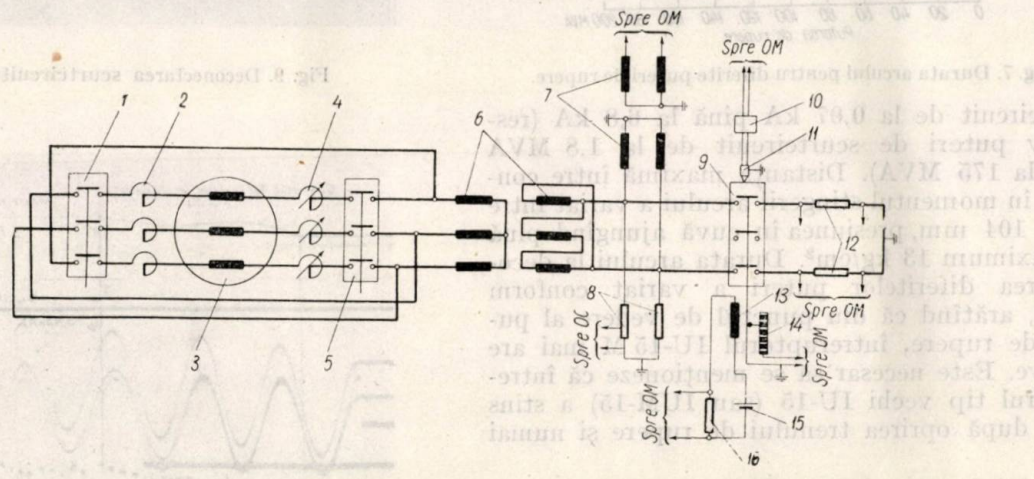


Fig. 5. Schema de verificare a puterii de rupere a întreruptorului în regimul scurtcircuitului bifazat.

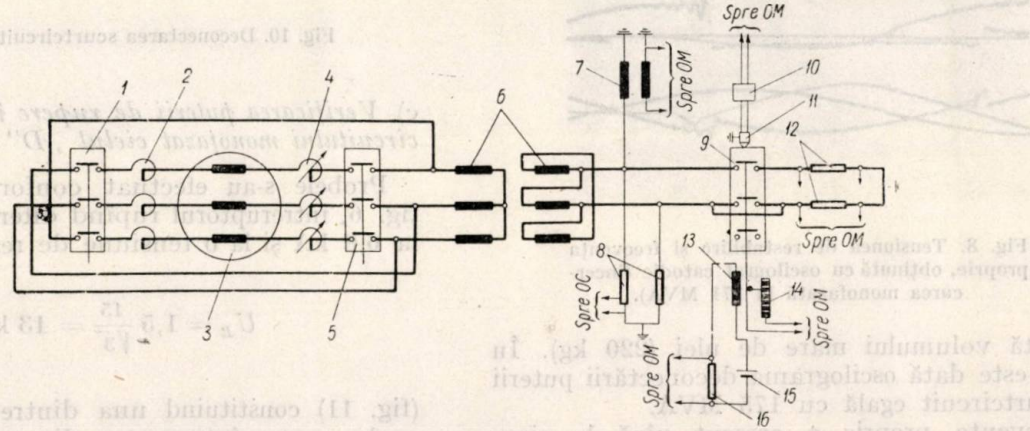


Fig. 6. Schema de verificare a puterii de rupere a întreruptorului, în regimul scurtcircuitului monofazat.

cu un dispozitiv de acţionare solenoidal DSI, reglat conform prescripţiilor fabricii Electroputere şi umplut cu ulei de transformator ($E_d = 80$ kV/cm).

Încercările s-au desfăşurat în felul următor :

a) *Verificarea puterii de rupere în regimul scurtcircuitului trifazat, ciclul „D"*

Probele s-au efectuat conform schemei din fig. 4, întreruptorul rupînd diferiţi curenţi de

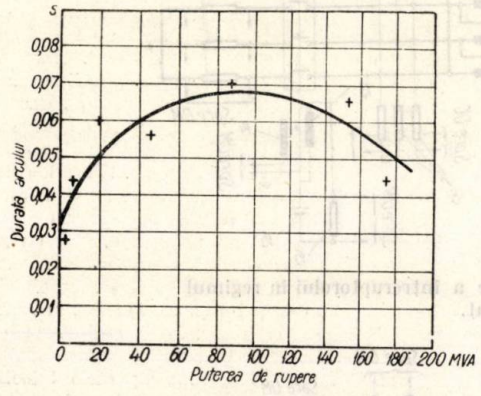


Fig. 7. Durata arcului pentru diferite puteri de rupere.

scurtcircuit de la 0,07 kA pînă la 6,8 kA (respectiv puteri de scurtcircuit de la 1,8 MVA pînă la 175 MVA). Distanţa maximă între contacte în momentul stingerii arcului a variat între 22 şi 104 mm, presiunea în cuvă ajungînd pînă la maximum 13 kg/cm². Durata arcului la deconectarea diferitelor puteri a variat conform fig. 7, arătînd că din punctul de vedere al puterii de rupere, întreruptorul IU-15 M mai are rezerve. Este necesar să se menţioneze că întreruptorul tip vechi IU-15 (sau IUM-15) a stins arcul după oprirea trenului de rupere şi numai

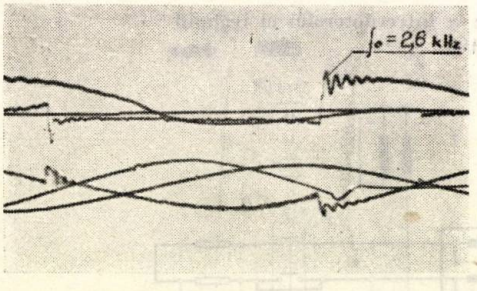


Fig. 8. Tensiunea de restabilire şi frecvenţa proprie, obţinută cu oscilograf catodic (încercarea monofazată la 171 MVA).

datorită volumului mare de ulei (220 kg). În fig. 9 este dată oscilograma deconectării puterii de scurtcircuit egală cu 175 MVA.

Frecvenţa proprie a crescut pînă la circa 9 kHz (la 6,8 kA) o dată cu creşterea curentului de scurtcircuit, în urma micşorării reactanţei circuitului de încercare.

Cu prilejul acestor încercări s-a dovedit rolul important al bucşelor de siguranţă.

b) *Verificarea puterii de rupere în regimul scurtcircuitului bifazat, ciclul „D"*

Probele s-au efectuat conform schemei din fig. 5, întreruptorul rupînd diferiţi curenţi de scurtcircuit de la 0,06 pînă la 5,45 kA. Prin alegerea unor bucşe de siguranţă potrivite, întreruptorul a funcţionat sigur şi în acest regim (fig. 10).

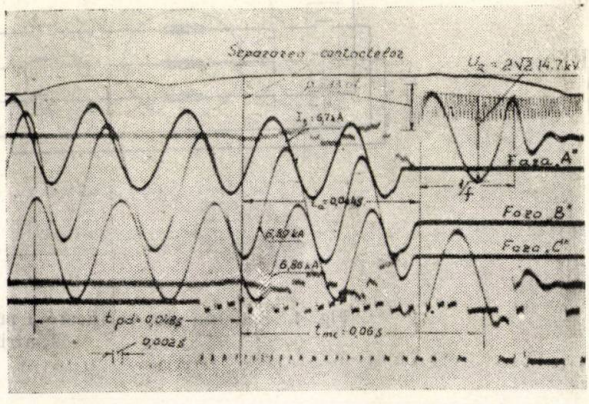


Fig. 9. Deconectarea scurtcircuitului trifazat.

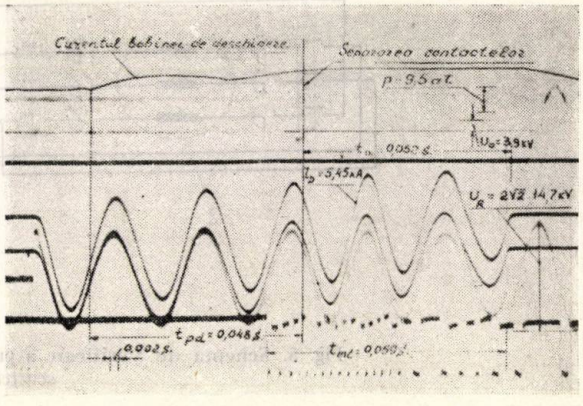


Fig. 10. Deconectarea scurtcircuitului bifazat.

c) *Verificarea puterii de rupere în regimul scurtcircuitului monofazat ciclul „D"*

Probele s-au efectuat conform schemei din fig. 6, întreruptorul rupînd diferiţi curenţi, pînă la 6,6 kA şi la o tensiune de restabilire :

$$U_R = 1{,}5\,\frac{15}{\sqrt{3}} = 13 \text{ kV}$$

(fig. 11) constituind una dintre cele mai grele probe pentru întreruptor din programul de încercări. La încercarea indicată pe oscilograma fig. 8 şi 11, distanţa între contactele întreruptorului, în momentul stingerii arcului, a fost de 140 mm, iar durata arcului de 0,062 s. În cursul acestor încercări, viteza contactelor în momentul

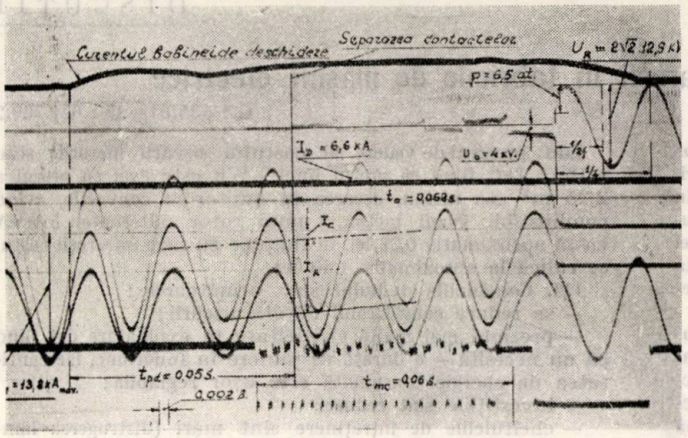


Fig. 11. Deconectarea scurtcircuitului monofazat.

separărilor a fost de 2 m/s şi viteza maximă de deschidere de 4,5 m/s, ceea ce înseamnă că, scurtcircuitele asimetrice nu influenţează asupra caracteristicilor cinematice ale întreruptorului.

d) *Verificarea puterii de rupere în regimul scurtcircuitului trifazat, ciclul* D-180-D-180 D

Încercările s-au executat după schema din fig. 4, deconectînd un curent de circa 6 kA, fără nici un deranjament. Durata arcului nu a depăşit nici o dată 0,05 s, distanţa maximă între contacte, în momentul strîngerii lui, fiind de 140 mm. Presiunea maximă înregistrată în cuvă a fost de 11,6 kg/cm². Întreruptorul poate să rupă cinci scurtcircuite avînd puterea de 150 MVA la tensiunea nominală de 15 kV, fără revizie şi fără schimbarea uleiului.

Concluzii

Întreruptorul în ulei mult, modernizat de tipul IU-15 M prezintă o serie de avantaje tehnico-economice faţă de tipul vechi (IUM-15, IU-15) după cum se vede în tabela 2.

Tabela 2

Nr. crt.	Caracteristici tehnico-economice	IUM—15 %	IU—15M %
1	Puterea de rupere	100	175
2	Greutatea întreruptorului fără ulei	100	62
3	Greutatea uleiului	100	36,5
4	Greutatea cu ulei a întreruptorului	100	53,3
5	Consum de materiale cheltuit pentru MVA putere de rupere	100	31,6
6	Consum de spaţiu pentru realizarea unui MVA putere de rupere	100	20
7	Manoperă	100	60

Datorită acestor avantaje tehnico-economice indiscutabile, fabrica constructoare a trecut la fabricaţia de serie a acestor întreruptoare (fig. 12).

Întreruptorul IU-15 M prezintă avantaje pentru exploatare, prin mărirea siguranţei de funcţionare, prin reducerea numărului de revizii obligatorii, prin uşurarea transportului şi prin reducerea gabaritului celulei, în care urmează să fie montat (fig. 13).

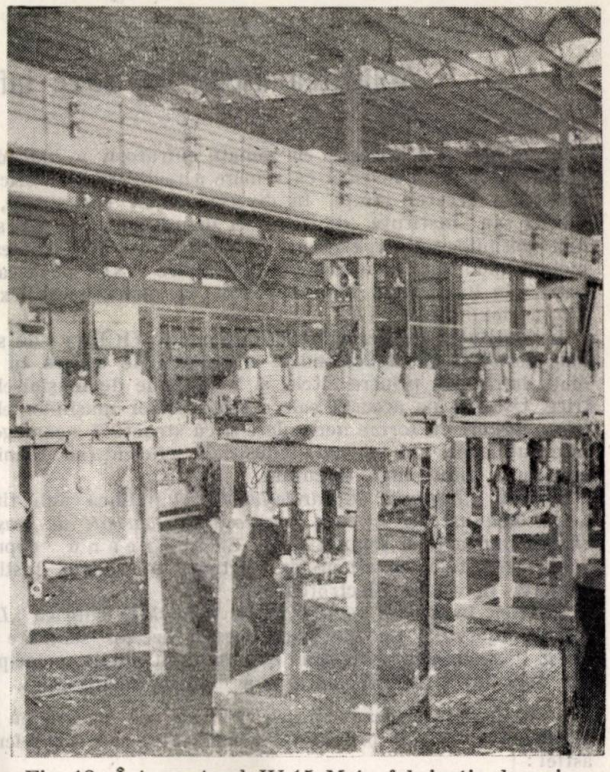


Fig. 12. Întreruptorul IU-15 M în fabricaţie de serie.

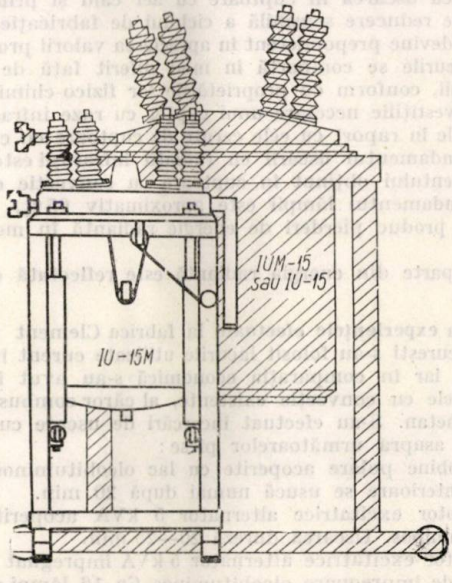


Fig. 13. Comparaţie între întreruptorul de tip nou (IU-15 M) şi de tip vechi (IUM-15 sau IU-15).

Bibliografie

[1] *Maskileison L. E.* şi *Romanovski V. B.*: Construcţia de aparate de înaltă tensiune. Culegere de articole ONTI 1935 (lb. rusă).

[2] *Golovan A. T.* ş.a.: Îndreptar electrotehnic. vol. I. Gosenergoizdat, 1955 (lb. rusă).

Intrat în redacţie la 16. III. 1958

DISCUŢII

Aplicarea uscării cu raze infraroşii în fabricile de maşini electrice

CZ 535.61—15 : 621.369.2

În ultimii ani uscarea cu radiaţii infraroşii a luat dezvoltare şi în ţara noastră ca urmare a realizării şi fabricării curente a acestor lămpi. În diverse ramuri industriale, în fabrici sau institute de cercetări departamentale s-a studiat posibilitatea şi eficienţa tehnico-economică a acestei metode moderne de uscare. O consfătuire ASIT pe această temă, din luna iunie 1956, a căutat să generalizeze experienţa dobîndită.

În Institutul de Cercetări Electrotehnice (ICET) s-au studiat posibilităţile de extindere a metodei de uscare cu radiaţii infraroşii, printre altele, şi în fabricile de maşini electrice. Uscarea pe această cale a înfăşurărilor maşinilor electrice, corpuri cu forme neregulate şi cu structură neomogenă este puţin aplicată pe scară industrială, eficienţa sa tehnico-economică fiind încă discutată.

Revista *„Deutsche Elektrotechnik"* [1] publică sub titlul *„Aplicarea uscării cu raze infraroşii în fabricile de maşini electrice*, un articol semnat de I. Cotnăreanu cuprinzînd rezultatele experienţelor efectuate în cadrul Institutului de Cercetări Electrotehnice.

Ulterior, în aceeaşi revistă [2] se publică la rubrica *„Discuţii"* observaţii pe marginea acestui articol semnate de Tag. Considerăm interesant să prezentăm ideile principale din articolul citat precum şi din discuţia menţionată.

I. **Avantajele şi dezavantajele generale ale uscării cu radiaţii infraroşii** sînt prezentate în articolul la care ne referim astfel:

a) durata uscării cu raze infraroşii este mult redusă în raport cu uscarea în cuptoare cu aer cald şi prin posibilitatea de reducere sensibilă a ciclului de fabricaţie, factorul durată devine preponderent în aprecierea valorii procedeului;

b) lacurile se comportă în mod diferit faţă de radiaţiile infraroşii, conform cu proprietăţile lor fizico-chimice;

c) investiţiile necesare unui cuptor cu raze infraroşii sînt minimale în raport cu cele cerute de cuptoare cu convecţie:

d) randamentul uscării cu radiaţii infraroşii este inferior randamentului obţinut în cuptoare cu convecţie deoarece:

— randamentul lămpii este aproximativ 65%,

— se produc pierderi de energie radiantă în mediul ambiant,

— o parte din energia radiantă este reflectată de corpul încălzit.

II. **În experienţele efectuate** la fabrica Clement Gottwald din Bucureşti s-au folosit lacurile utilizate curent în această fabrică, iar în comparaţia economică s-au avut în vedere cuptoarele cu convecţie existente, al căror combustibil este gazul metan. S-au efectuat încercări de uscare cu raze infraroşii asupra următoarelor piese:

a) Bobine polare acoperite cu lac oleobituminos. Suprafeţele interioare se usucă numai după 20 min.

b) Rotor excitatrice alternator 5 kVA acoperit cu lac oleobituminos. Uscarea durează 20—25 min.

c) Rotor excitatrice alternator 5 kVA impregnat sub vid cu lac de impregnare oleobituminos. Cu 16 lămpi de 250 W, dispuse în două coroane concentrice cu rotorul, uscarea totală s-a realizat după 2 h, 15 min, în mod uniform în crestătură şi la capul bobinelor.

d) Rotor alternator 5 kVA 8 poli impregnaţi sub vid cu lac oleobituminos. S-a urmărit uscarea în funcţie de rezistenţa de izolaţie. Iradiat cu 32 lămpi de 250 W dispuse pe 4 coroane, rezistenţa izolaţiei creşte de la zero la 2,1 MΩ după 2h, 45 min, iar în timpul răcirii la 150 MΩ după 45 min şi practic la infinit după o oră. Demontarea bobinelor polare a arătat o uscare completă în toate straturile.

e) Tabla electrotehnică izolată cu lac de bachelită se usucă după 10 min, iar izolată cu lac gliptalic după 30 min. Se marchează în acest fel o reducere substanţială a duratei de uscare, de exemplu în cazul impregnării, de la 12 — 20 ore la 2 — 3 ore, iar în cazul uscării tablelor izolate cu lac de bachelită de la 4 ore la 10 min. Acestea sînt rezultatele obţinute cu lămpi de 250 W.

Din punctul de vedere al costului uscării lucrurile stau astfel: Dat fiind că preţul unei kWh este egal cu preţul a 2,25 m³ gaz metan, uscarea în cuptor cu convecţie, avînd combustibil gazul metan, a unui rotor alternator 5 kVA costă aproximativ 0,35 lei, în timp ce cu raze infraroşii costul se ridică la aproximativ 4,40 lei

III. **Concluziile studiului** sînt următoarele:

— se reduce considerabil durata uscării;

— prezintă mai multă elasticitate în exploatare dat fiind că nu necesită — o durată de punere în funcţiune, iar cantitatea de energie consumată este uşor reglabilă;

— investiţiile sînt reduse;

— cheltuielile de întreţinere sînt mari (distrugerea lămpilor);

— costul energiei consumate este ridicat;

— uscarea tolelor prin radiaţii infraroşii este avantajoasă prin faptul că permite o simplificare şi mecanizare a fluxului tehnologic în cadrul unei instalaţii de lăcuire şi uscare pe bandă rulantă.

IV. **Se recomandă utilizarea uscării cu radiaţii infraroşii** la fabricarea maşinilor electrice în următoarele cazuri:

a) Ca instalaţie de vîrf, pentru cazuri urgente în întreprinderile constructoare de maşini electrice, unde există cuptoare cu convecţie, cu combustibil gazul metan sau păcură.

b) În toate atelierele de reparaţii unde volumul lucrărilor nu justifică investiţii importante.

c) Pentru uscarea maşinilor de gabarit mare care ar cere cuptoare de dimensiuni speciale.

d) Pentru uscarea tolelor.

* * *

În observaţiile făcute de Tag, din partea lui Zentrale Entwicklungsabteilung Infrarot — Berlin, pe marginea articolului de mai sus, se arată că în RDG se practică uscarea rotoarelor cu radiaţii infraroşii încă din 1953, în special pentru reparaţii. Uscarea tolelor se realizează cu deplin succes. Bobinele fără miez de fier se usucă numai superficial. Prezenţa fierului este necesară pentru uscarea în profunzime a înfăşurărilor. Uscarea prin infraroşii se consideră superioară calitativ uscării în cuptor cu convecţie, în special în cazul înfăşurărilor din sîrmă emailată. Autorul bazează această consideraţie pe faptul că lacul de impregnare lucrează defavorabil asupra emailului conductoarelor, ori în cazul uscării rapide cu infraroşii, durata de acţiune este considerabil redusă. Temperatura obţinută, durata de uscare a diferitelor lacuri, distanţa între sursă şi obiectul încălzit, precum şi variaţia rezistenţei izolaţiei în timpul încălzirii şi răcirii concordă cu datele prezentate în articolul discutat. Se obiectează însă asupra aspectului technico-economic prezentat în acest articol. Se arată că randamentul poate fi ameliorat prin reducerea energiei radiante pierdute în mediul ambiant, montînd pereţi reflectanţi din tablă de aluminiu polizată. În ceea ce priveşte comparaţia cu cuptorul de convecţie se spun următoarele: în cuptorul cu convecţie la transmisia căldurii apar 2 factori de pierderi mari, la încălzirea aerului şi apoi la cedarea de căldură de către aer corpului încălzit, în timp ce la încălzirea cu radiaţii cu lămpi infraroşii încălzirea este directă; căldura de convecţie a miezului de fier ca şi căldura reflectată de peretele reflectant nu se pot considera pierderi. În afară de aceasta nu se poate lua în consideraţie numai costul uscării ci şi productivitatea sporită. Costul instalaţiei de infraroşii poate fi uneori la fel de ridicat ca al unui cuptor de convecţie, iar întreţinerea sa este mai costisitoare decît a cuptorului de convecţie. În concluzie se consideră ca domeniu de utilizare a radiaţiilor infraroşii în domeniul maşinilor electrice, reparaţia maşinilor. Uscarea în serie a rotoarelor şi statoarelor pe această cale este justificată numai în cazul lucrului pe bandă rulantă. În general însă, uscarea în masă rămîne în domeniul cuptorului de convecţie. Se recomandă, în cazul instalaţiilor cu radiaţii infraroşii, supravegherea uscării prin termoelemente. Se

anunţă punerea în fabricaţie a unor instalaţii prevăzute cu termoregulatoare.

* * *

E necesar să subliniem că în discuţia colegului Tag din Berlin apar unele elemente care completează studiul efectuat în cadrul ICET-ului. Concluziile însă sînt identice, ceea ce este esenţial. Uscarea cu radiaţii infraroşii nu se poate aplica în mod economic la fabricaţia de serie. Este însă indicată pentru lucrări urgente cum este cazul reparaţiilor, la care costul trece pe planul al doilea faţă de importanţa pe care o are repunerea rapidă în funcţiune a maşinii reparate.

Bibliografie

[1] *Cotnăreanu I.*: Die Anwendung der Trocknung durch Infrarotstrahlen im Elektromaschinenbau. Deutsche Elektrotechnik **11** (1957) 7. Beilage Elektrofertigungs 53.

[2] *Tag.*: Stellungnahme zu dem Aufsatz von I. Cotnăreanu Deutsche Elektrotechnik **11** (1957) 11 Beilage Elektrofertigung, 92

Ing. **I. Cotnăreanu** – ICET.

Intrat în redacţie la 19.III.1958

CRONICĂ

Sesiunea tinerelor cadre din institutele din Bucureşti ale Academiei R.P.R.

CZ 621.3 : 061.3

În zilele de 25 şi 26 aprilie a.c., a avut loc sesiunea tinerilor cercetători din institutele din Bucureşti ale Academiei R.P.R.

Această sesiune era menită a arăta nivelul atins de cercetătorii tineri cuprinşi în ultimii 7—8 ani în institutele Academiei. Totodată avea drept scop analizarea în mod profund a contribuţiei tinerilor în realizarea planurilor de cercetare ştiinţifică ca şi a muncii depuse pentru îmbunătăţirea pregătirii profesionale a tinerilor cadre în raport cu nivelul atins de ştiinţa mondială.

Această sesiune organizată de prezidiul Academiei R.P.R. reprezintă o iniţiativă a organizaţiei de tineret U.T.M., sprijinită de Comitetul de Partid din Academia R.P.R.

Deschiderea festivă a lucrărilor sesiunii a fost făcută de Acad. Prof. *I. S. Gheorghiu*, vicepreşedinte al Academiei. Raportul sesiunii a fost prezentat de Cand. în Ştiinţe Tehnice *Al Fransua*.

În raport s-au subliniat condiţiile deosebite pentru dezvoltarea ştiinţei şi culturii realizate în ţara noastră după 23 August 1944, condiţii de care s-au bucurat şi un număr imens de cadre tinere în raport cu situaţia dinainte de războiu, cadre, care s-au dedicat activităţii creatoare pe tărîmul ştiinţei. În institutele Academiei R.P.R. din Bucureşti, proporţia de tinere cadre faţă de cadrele vîrstnice reprezintă 40—80%. În continuare, s-a analizat munca depusă de conducerea Academiei pentru ridicarea unei noi generaţii de cercetători. Această muncă a cuprins pe de o parte un ajutor şi o îndrumare atentă şi plină de grijă, de zi cu zi a cadrelor cu experienţă, iar pe de altă parte un susţinut şi organizat studiu individual din partea tinerilor cercetători. Aspirantura ca şi trimiterile pentru specializare în unele domenii noi, au servit de asemenea la ridicarea unor valoroşi tineri cercetători.

Cu toată existenţa unor dificultăţi semnalate şi în raport această muncă de creştere a unor noi cadre a dat rezultatele scontate. Se remarcă un progres evident şi cert în toate institutele Academiei. S-au dat numeroase exemple de lucrări valoroase aparţinînd tinerelor cadre, lucrări dintre care unele au fost elogios apreciate şi peste hotare.

În domeniul publicaţiilor tinerii au fost de asemenea încurajaţi şi este de subliniat nivelul înalt atins de marea majoritate a lucrărilor publicate de tineri.

În raport s-au atins şi unele probleme legate de recrutarea şi promovarea tinerelor cadre, de problemele lor materiale şi de stimularea elementelor valoroase.

În zilele rezervate comunicărilor ştiinţifice s-au prezentat 071 de comunicări grupate în 16 grupe de specialitate. Aceste comunicări efectuate de 220 tineri au fost în general apreciate ca meritorii de către asistenţă.

Ne vom opri îndeosebi asupra comunicărilor prezentate de Institutul de Energetică în domeniul electrotehnicii.

Cand. în St. Tehnice *Al Fransua* a prezentat comunicarea *„Criterii de proiectare prin analogie a maşinii universale cu colector, fără înfăşurare pe stator"*. Pornind de la dimensiunile şi încărcările specifice ale maşinii universale clasice cu colector, s-au definit nişte coeficienţi de analogie, care o dată determinaţi permit găsirea dimensiunilor şi încărcărilor specifice corespunzătoare maşinii fără înfăşurare pe stator, care reprezintă o interesantă realizare a electrotehnicii romîneşti. Aceşti coeficienţi de analogie permit punerea în evidenţă a avantajelor maşinii fără înfăşurare pe stator.

Ing. *M. Popov*, continuînd lucrările sale în domeniul stabilităţii sistemelor de reglaje automate, a prezentat lucrarea *„Evaluări ale soluţiilor unor sisteme neautonome de ecuaţii diferenţiale care intervin în unele probleme de reglare automată"*. În lucrare este relatată o nouă metodă de determinare cu ajutorul unor inegalităţi a abaterii funcţionării reale a unui sistem urmăritor faţă de funcţionarea ideală. În continuare se dezvoltă unele consecinţe privitoare la stabilitatea sistemului în sens Lagrange.

Ing. *S. Ionescu* a prezentat o comunicare elaborată împreună cu colectivul Ing. *E. Arie*, Ing. *P. Nicolae*, Ing. *T. Miclescu* şi Ing. *S. Kovasc*: *„Influenţa variaţiilor de tensiune asupra producţiei unor întreprinderi industriale"*. După ce se ocupă de influenţa variaţiilor de tensiune asupra principalilor consumatori de energie electrică, lucrarea evaluează pierderile de producţie din cauza funcţionării cu tensiuni scăzute la o întreprindere de laminare de ţevi, precum şi scăderea productivităţii într-o altă întreprindere conţinînd în principal cuptoare electrice şi maşini unelte de aşchiere.

Aceste lucrări au fost ascultate cu atenţie, iar discuţiile purtate, la care au participat Acad. Prof. *S. Budeanu*, Prof. Dr. *R. Răduleţ*, Prof. Dr. *M. Marinescu*, Prof. Dr. *A. Avramescu* au subliniat aspectele lor originale.

Sesiunea tinerilor cercetători s-a încheiat în după amiaza zilei de 26 aprilie prin cuvîntul de închidere al Acad. Prof. *Iorgu Iordan*, vicepreşedintele Academiei R.P.R., care a arătat că sesiunea s-a bucurat de un succes deplin. Printre recomandările făcute se evidenţiază aceea referitoare la intrarea în tradiţie a unor asemenea sesiuni, prilej de verificare a nivelului atins de tinerele cadre de cercetare ştiinţifică.

Al. Fr.

Referate

Electrotehnica generală

CZ 631.372.44.012

Reprezentarea caracteristicilor neliniare prin elemente liniare [După Abou-Hussein M. S. M.: Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. **75** (1956) part. I, 84 – 86]

Rezolvarea exactă a multor probleme din teoria circuitelor electrice, care conţin elemente cu caracteristice magnetice neliniare, este foarte greu de efectuat şi de multe ori chiar imposibilă.

În aceste cazuri se preferă metodele de rezolvare aproximativă, prin liniarizarea caracteristicilor acestor elemente, pentru care se calculează apoi răspunsul în regim permanent liniar şi pentru care verificarea experimentală se poate face cu instrumente de măsură simple.

În cadrul articolului se tratează liniarizarea echivalentă a unui circuit conţinînd un element cu caracteristică magnetică neliniară. Răspunsul acestui circuit se reprezintă prin răspunsul în regim permanent al circuitului echivalent liniarizat.

Pentru verificarea experimentală este necesară doar măsurarea tensiunii de ieşire a circuitului considerat, tensiunea de intrare fiind cunoscută dintr-o ajustare preliminară.

Gh.R.I.

CZ 621.3.014.31:538.63

Proprietăţile unui arc electric de curent continuu într-un cîmp magnetic. [După Winsor L. P. şi Lee T. H.: Trans. Amer. electr. Engrs. 75 (1956) part. I., 143 – 148]

Utilizarea cîmpurilor magnetice este larg folosită în practică, pentru a ajuta controlul poziţiei sau al mişcării unui arc electric. În acest fel, printr-o justă utilizare, cîmpul magnetic poate produce stabilizarea sau stingerea arcului, pe cînd, dimpotrivă, la o proastă ajustare, se poate obţine o instabilitate nedorită a funcţionării arcului. În cadrul articolului se analizează comportarea arcurilor de curent continuu la presiune atmosferică, avînd curenţi peste 100 *A* şi fiind supuşi la cîmpuri magnetice uniforme de peste 200 Gs. Electrozii studiaţi sînt din argint, cupru, aluminiu, carbon, tungsten, molibden, nichel.

Articolul expune procedeul de lucru, cum şi rezultatele experimentale obţinute, evidenţiindu-se patru tipuri de mişcări posibile ale unui arc de curent continuu într-un cîmp magnetic.

Gh.R.I.

Maşini şi Transformatoare

CZ 621.313.3.013.62

Metodă inginerească de calcul a zonei de autoexcitaţie asincronă a maşinii electrice. [După N. A. Poliak: Electricestvo **76** (1956) 11, 23 – 29]

Autoexcitarea maşinilor electrice la frecvenţa proprie de oscilaţie în general şi a celor sincrone în special, are loc în cazurile cînd maşina se conectează la condensatoare statice sau la linii lungi de transport, de mare capacitate, sub acţiunea magnetismului remanent al polilor rotorului. Condiţia de autoexcitare este un anumit raport între reactanţa capacitivă a circuitului exterior şi reactanţa inductivă a maşinii în regimul dat.

Afară de această autoexcitare care se numeşte sincronă şi este independentă de valoarea şi natura sarcinii, este posibil şi alt mod de autoexcitare, denumită asincronă, la care frecvenţa curenţilor şi tensiunii statorului diferă de frecvenţa corespunzătoare turaţiei rotorului, astfel că în înfăşurarea de excitaţie ia naştere un curent alternativ. Autoexcitarea asincronă este posibilă şi în lipsa curentului continuu sau a remanenţei magnetice din sistemul de excitaţie.

Condiţia producerii sale este conectarea maşinii electrice în serie cu un condensator static. Cînd frecvenţa oscilaţiilor proprii este mai mare decît frecvenţa reţelei, alunecarea rotorului este pozitivă, deci maşina se găseşte în raport cu oscilaţiile proprii în regim de motor, iar pentru frecvenţa acestor oscilaţii mai mică decît a reţelei, în regim de generator. În primul caz energia din circuitul oscilant intră în reţea prin arborele maşinii, iar în al doilea caz energia intră din reţea în circuitul oscilant tot prin intermediul arborelui în care se acumulează dacă rezistenţa activă a circuitului oscilant nu este suficientă.

Rezultatele calculului zonei de autoexcitaţie asincronă a maşinilor sincrone mici concordă satisfăcător cu datele experimentale.

Metoda descrisă de autor permite constatarea relaţiilor dintre parametrii circuitelor rotorice ale maşinilor şi zona de autoexcitaţie asincronă.

S.S.

CZ 621.313.322–81.041.1

Geometria turbogeneratorului cu doi poli şi mijloace de sporire a puterii unitare. [După N. A. Poliak: Electricestvo, **77** (1957) 1,26 – 29]

În stadiul actual al dezvoltării utilizărilor energiei electrice, se impune construirea unor centrale termoelectrice cît mai economice şi uşor de deservit. Realizarea acestui deziderat necesită folosirea unor agregate generatoare de putere unitară foarte mare. Se iau în discuţie problemele constructive, care limitează creşterea puterii unitare a acestor maşini faţă de valorile atinse în prezent.

Pornind de la expresia puterii generatorului în funcţie de principalii parametrii electrici şi geometrici, se analizează posibilitatea sporirii puterii prin modificarea parametrilor în sensul cerut de formulă. Se pun astfel în evidenţă o serie de efecte ale acestor modificări care împiedică mărirea puterii unitare a generatoarelor peste 150 MW, şi anume:

1. Diametrul rotorului generatorului nu poate depăşi 1 100 mm în stadiul actual al metalurgiei, deoarece eforturile provocate de forţele centrifuge în material depăşesc limitele admisibile.

2. Valoarea maximă a raportului dintre lungimea şi diametrul părţii active a rotorului, scade cu creşterea diametrului în legătură cu turaţia critică ce corespunde oscilaţiilor proprii ale acestuia.

3. Sarcina liniară a rotorului poate fi mult mărită în baza utilizării unor densităţi de curent mărite în înfăşurarea de excitaţie. Acestea ar atrage însă o sporire a pierderilor ohmice cu patratul densităţii şi, deci, obţinerea unor temperaturi inadmisibile.

În prezent, unicul mijloc care se întrevede pentru obţinerea unor turbogeneratoare de putere mai mare este întrebuinţarea unor metode mai eficiente de răcire a înfăşurărilor statorice şi rotorice şi anume răcirea cu lichid a barelor statorului şi cu fluide gazoase a conductoarelor rotorului.

Analizarea acestor procedee noi trebuie făcută cu luarea în consideraţie a efectelor provocate de funcţionarea generatorului în regimuri anormale, cum ar fi: tensiune redusă la borne, suprasarcini, încărcări nesimetrice, scurtcircuite etc. deoarece ele sînt inevitabile în exploatare.

S.S.

CZ 621.313.333.048

Studierea stabilităţii la frig a izolaţiei motoarelor seriilor A şi AO. [După N. I. Vorobiev: Vestn. Electroprom. **28** (1957) 7,74 – 76]

Problema comportării izolaţiei motoarelor asincrone la temperaturi joase nu a fost studiată suficient. Motoarele studiate au fost supuse unor cicluri care se compun din următoarele operaţii: a) normalizarea izolaţiei la temperatura de 105°C timp de 8 ore; b) menţinerea într-o atmosferă cu umiditatea relativă de 95± 5% la temperatura camerei, timp de 7 zile; c) trecerea imediată într-o cameră de frig şi menţinerea lor timp de 24 de ore la temperatura de –60°C.

S-au studiat caracteristicile electrice ale motoarelor supuse ciclurilor de mai sus şi se dau curbe pentru variaţia rezistenţei de izolaţie a motoarelor în funcţie de durata menţinerii lor în hidrostat, la o umiditate relativă de 95± 5%. Încercarea s-a făcut la tensiunea de 500 V. S-au trasat diagramele corespunzătoare tangentei unghiului de pierderi şi capacităţii măsurate la tensiunea de 380 V. Încercarea s-a făcut între bobinaje şi masa motoarelor.

După ce au fost supuse unui număr de cinci cicluri compuse din cele trei operaţii de mai sus, motoarele asincrone au fost „îmbătrînite" artificial prin menţinerea timp de 20 zile la o temperatură de 150°C. După îmbătrînire motoarele au fost din nou supuse la cinci cicluri. La fiecare ciclu, după 7 zile de umezire, motoarele au fost încercate la străpungere la tensiunea de 700 V în curent alternativ.

În ciclul al 8—lea după umezire, la încercarea de mai sus, izolaţia unuia dintre motoarele de construcţie normală a fost străpunsă. În ciclul al 9-lea a fost străpunsă izolaţia altui motor. La demontarea motoarelor — după terminarea experienţelor — s-a văzut că izolaţia bornelor de ieşire a fost complet distrusă. Emailul SVD în unele părţi a fost crăpat. Concluziile articolului arată că izolaţia seriei de motoare este suficient de rezistentă la frig, ca puncte slabe considerînd capetele terminale. A. B.

CZ 621.333:625.62

Despre electromotorul de tracţiune pentru noi motoare de tramvai. [După A. B. Iofe: Vestn. Electroprom. **28** (1957) 7,30 — 33]

Întrucît electromotorul de tramvai este prevăzut cu ventilaţie, în izolaţia lui — în mod inevitabil — va pătrunde aer umed, praf, iar în timpul iernii — zăpadă. Practica exploatării motoarelor de tramvai cu tensiunea reţelei de 3 000 V (şi 1 500 V) a arătat necesitatea captării aerului de ventilaţie de pe acoperişul vagonului şi transmiterea lui la electromotor prin tuburi de legătură, în care se depune praful şi umiditatea.

În ultimul timp s-au adus acestui electromotor serioase îmbunătăţiri tehnologice şi constructive, cerute de practica exploatării. Astfel: mărirea secţiunii conductoarelor rotorului, întărirea rigidităţii susţinătorului de perii, schimbarea tehnologiei de fabricaţie a bobinajelor etc. a dus la mărirea stabilităţii în funcţionare a electromotorului DK 103.

Faţă de exigenţele crescînde ale tracţiunii electrice, fabrica „Dinamo" a construit un nou electromotor de tracţiune, tipul DK 106 cu o putere de 200 kW la 830/1140 rot/min. Diametrul colectorului maşinii este de 460 mm la diametrul rotorului de 520 mm. Această mărire a diametrului colectorului la aproape acelaşi diametru ca al batiului şi la tipul DK 103 a fost posibilă deoarece s-a dat batiului o formă aproape pătratică. Încercările electromotorului tip DK 106 atît pe banc cît şi pe vagon au confirmat justa lui proiectare. Este de menţionat micşorarea greutăţii lui specifice faţă de tipul DK 103, respectiv 11,0 kg/kW faţă de 15 kg/kW. În concluzie, se arată necesitatea realizării frînării electrice a vagonului de tramvai, care practic se poate traduce numai prin fabricarea electromotorului cu tensiunea de 750/3 000 V. A.B.

CZ 621.313.322—81—712

Rotorul turbogeneratorului cu răcire directă a conductoarelor înfăşurării. [După V. V. Titov şi Z. B. Kogan: Electricestvo, **77** (1957) 6,35 — 38]

Cu ocazia celui de-al XX-lea Congres al P.C. al U.R.S.S. s-a hotărît ca în decursul celui de-al şaselea cincinal să se introducă în fabricaţie turbogeneratoare de 300 MW. În cadrul pregătirilor pentru crearea noilor tipuri de turbogeneratoare, fabrica „Electro—Sila" din Leningrad a executat un rotor experimental cu răcire directă cu hidrogen a conductoarelor.

Gazul se introduce în fiecare conductor şi se evacuează printr-un sistem de găuri din dinţii rotorului şi penele crestăturilor. Viteza gazelor în canale depinde în mare măsură de forma şi dimensiunile găurilor de trecere a fluidului. La încercările efectuate s-a stabilit că viteza gazelor prin canale constituie circa 20 — 25% din viteza periferică a rotorului.

Pentru alimentarea rotorului s-a adoptat un nou sistem de excitare, constînd în cuplarea directă a unui generator sincron de frecvenţă mărită cu turbogeneratorul, al cărui curent redresat printr-un sistem de plăci semiconductoare se aplică inelelor colectoare ale rotorului.

Deşi rotorul construit de „Electro-Sila" Leningrad, pentru studierea comportării turbogeneratoarelor cu răcire directă a rotoarelor a fost de 30 MW, s-au putut trage concluzii cu privire la comportarea în exploatare a aceloraşi construcţii, pentru puteri cuprinse între 200 şi 300 MW.

Calculele au arătat că gradul de utilizare al materialelor pentru turbogeneratoarele construite cu rotorul de tipul descris şi statorul de tip obişnuit este cu circa 60 % mai ridicat decît pentru cele mai bine utilizate maşini ale seriei normale.

În aceste condiţii temperatura înfăşurării rotorice constituie 80% din temperatura admisibilă pentru izolaţia acestuia în condiţiile obişnuite de răcire.

Noua construcţie a înfăşurării rotorice se poate folosi pentru turbogeneratoare cu răcire în hidrogen de putere cuprinsă între 30 şi 150 MW, permiţînd astfel prin păstrarea neschimbată a parametrilor de exploatare o reducere a greutăţii şi gabaritelor, cuprinse între 30 şi 35% faţă de cele existente.

Tehnologia înfăşurării rotorice pentru construcţia nouă este indiscutabil mai complicată decît cea obişnuită. Totuşi prin crearea dispozitivelor adecvate, manopera raportată la unitatea de putere poate ajunge la o valoare apropiată celei existente. S. S.

CZ 621.313.323.021.441

Electromotoare sincrone de mare putere cu poli masivi pe rotor. [După Z.B. Neiman: Electricestvo, **77** (1957) 5,32 — 34.]

Pentru acţionarea unor mecanisme rapide, ca pompe, compresoare etc. sînt necesare electromotoare de mare putere funcţionînd la viteza de 1 500 rot/min. În aceste condiţii motoarele asincrone cu rotorul în scurtcircuit se dovedesc deficitare din cauza factorului de putere redus precum şi pentru motivul că la puteri mari, energia care se dezvoltă în barele rotorului la pornire se evacuează greu. În aceste condiţii devine complicată menţinerea încălzirii rotorului în limitele admisibile. Factorii arătaţi limitează puterea motoarelor asincrone cu rotoare în scurtcircuit la 2 000 kV.

Pentru obţinerea unor indici economici mai favorabili s-a trecut la folosirea electromotoarelor sincrone cu poli aparenţi, prevăzute cu bare de pornire în tălpile polilor. Această soluţie nu a dat rezultate destul de bune în exploatare din cauza deselor defecte provocate de înfăşurarea de pornire, în care se acumulează o energie importantă la pornire, în special în cazurile cînd acţionarea are un moment de inerţie foarte mare.

Problema a fost rezolvată în condiţii optime de uzina „Uralelectroaparat", care a scos o serie de electromotoare sincrone de 1 300, 2 000 şi 3 000 kW. Caracteristic la aceste motoare este eliminarea înfăşurării de pornire, care se realizează cu ajutorul tălpilor masive ale polilor rotorului.

Pornirea se face aşa cum se obişnuieşte la motoarele sincrone cu înfăşurare de pornire, adică se conectează la reţea direct sau printr-o reactanţă care reduce tensiunea la 70% din valoarea nominală.

Diagramele de funcţionare ridicate au arătat că, utilizarea tălpilor de poli masive, dă rezultate deosebit de avantajoase în cazul funcţionării motorului sincron în regim de compensator. Aceste compensatoare pornesc la tensiuni foarte scăzute iar prezenţa unui întrefier mare între stator şi rotor elimină influenţa pierderilor de suprafaţă în tălpile polilor.

În concluzie experienţa de exploatare a ultimilor ani în domeniul motoarelor sincrone de mare turaţie cu poli masivi pe rotor a condus la hotărîrea extinderii folosirii acestor motoare, în locul celor cu poli formaţi din tole şi cu colivie de pornire în tălpile polilor. S.S.

CZ 621.314.2.012.6

Tehnica reacţiei aplicată transformatorului monofazat. [După E. Mishkin: Trans. Amer. Inst. electr. Engrs, II, **76** (1957) 1, p. 374—376].

În analiza maşinilor electrice se utilizează diagrama vectorială sau circuitul echivalent. Ambele metode ne dau mărimile dorite (curent, tensiune, cuplu) în condiţii de funcţionare în regim staţionar. Dacă maşinile electrice sînt utilizate într-un sistem general de control este interesant să se cunoască comportarea dinamică a maşinii şi este necesară introducerea unei metode uşoare de calculare a efectelor sale asupra sistemului. În acest scop se recomandă folosirea metodei reacţiei

şi se arată modul de aplicare a acesteia în cazul transformatorului monofazat. Cu cele cîteva principii ale tehnicii reacţiei şi cu tranformata Laplace se poate calcula comportarea statică şi dinamică a transformatorului. Metoda este recomandabilă pentru calcule, dar ea dă şi o interpretare fizică directă a fenomenelor, îmbinînd avantajele celor două metode curente. Se dau schemele de calcul şi un exemplu în care s-a neglijat saturaţia şi efectul histerezis pentru a se obţine un sistem liniar. Saturaţia se poate introduce fie prin liniarizarea curbei de saturaţie, fie prin considerarea unei funcţii neliniare.

Metoda descrisă poate căpăta o largă aplicabilitate în rezolvarea problemelor de predeterminare a caracteristicilor dinamice ale maşinilor electrice. I.C.

CZ 621.314.222:621.317.333

Detectarea defectelor în transformatoarele de forţă. [După E. A. Klingshirn, H.R. Moore şi E. C. Wentz: Electrical Eng. **76** (1957) 4, 295].

Este studiată în special detectarea spirelor în scurtcircuit în înfăşurările transformatoarelor. Se prezintă două metode : prima constă în măsurarea volumului de gaz produs de arcul amorsat pe spira scurtcircuitată ; a două metodă constă în măsurarea dezechilibrului între amperspirele de intrare şi cele de ieşire cu ajutorul releelor diferenţiale. Se dau cîteva indicaţii despre trei tipuri de detectoare de gaz. Pe de-altă parte majoritatea releelor asigură o protecţie eficace contra deteriorării grave a transformatoarelor. În special releul antiarmonic realizează o protecţie satisfăcătoare, deşi curenţii armonici emişi de arc pot interfera într-o oarecare măsură. Releul de inducţie cu disc unit are o constantă de timp apreciabilă. Valoarea curentului provocat de punerea în scurtcircuit a unei singure spire variază după transformator. Măsurători efectuate asupra unui mare număr de transformatoare au dus la determinarea unei curbe a curentului provocat de scurtcircuitul unei spire primare sau secundare în funcţie de puterea transformatorului, funcţionînd în sarcină.

S-a studiat, în funcţie de puterea transformatorului, timpul necesar pentru ca o spiră în scurtcircuit să atingă temperatura de topire a cuprului, adică 1 000°C. S-a constatat că acest timp este cu atît mai scurt cu cît nivelul de bază al izolaţiei este mai ridicat. I.C

Reţele şi Linii

CZ 621.311.161.025:621.316.313

Model universal de reţea de curent alternativ. [După M. Safránek: Kovoexport, 3(1957) 5,4—13].

Sistemele energetice complicate, compuse dintr-un număr relativ important de centrale electrice interconectate prin linii de înaltă tensiune, nu pot fi rezolvate decît cu ajutorul matematicilor speciale. Calculele sînt complicate şi necesită mult timp iar pentru siguranţă trebuie luate în consideraţie toate eventualele regimuri de funcţionare.

Maşinile obişnuite de calculat nu convin specificului reţelelor electrice. Pentru rezolvarea acestei probleme cel mai bun dispozitiv este modelul universal de reţea de curent alternativ. Acesta este format dintr-o serie de unităţi model cu ajutorul cărora se poate compune un circuit care reprezintă un sistem energetic oarecare. Relaţiile electrice de pe model răspunzînd exact relaţiilor reţelei reale, este suficient să se măsoare valorile care interesează, ţinînd seama de scara aleasă (raportul dintre tensiunile şi impedanţele din circuitul model faţă de cele din reţeaua reală).

Unitatea generator conţine un regulator de fază, unul de tensiune, o serie de reactanţe şi una de rezistenţe, precum şi instrumentele de măsură adecvate — voltmetru, wattmetru şi varmetru electronic, miliampermetru.

Unitatea sarcină este reprezentată prin rezistenţe şi reactanţe fiind echipată cu voltmetru, wattmetru şi varmetru. Alimentarea se face printr-un transformator de reglare care permite ajustarea tensiunii, aceasta fiind apoi menţinută automat de un dispozitiv special.

Unitatea linie se compune din rezistenţe, reactanţe şi capacităţi, care se conectează cu comutatoare speciale.

Unitatea capacitivă este compusă din condensatoare cu styroflex iar *unităţile de transformare* se aseamănă cu cele din unităţile de sarcină.

Sistemul de măsură este montat pe o masă de măsură aşezată la cîţiva metri în faţa panourilor modelului astfel, încît măsurătorile se fac de la distanţă. Comutarea scărilor de măsură se face prin butoane şi constanta este semnalizată automat. La efectuarea unei noi măsurători instrumentele sînt comutate automat pe domeniul maxim de măsură. Principalele instrumente de măsură sînt voltmetrul, ampermetrul, wattmetrul, varmetrul şi amplificatorul electronic iar precizia acestora este de $\pm 0{,}2\%$.

Alimentarea modelului se face printr-un generator sincron trifazat 500 Hz, 7,5 kVA, 3 × 110 V, prevăzut cu reglaj manual de frecvenţă şi tensiune care sînt apoi stabilizate automat, cu precizie, de un stabilizator electronic de turaţie şi tensiune.

Modelul descris este format dintr-un panou mare central de distribuţie şi de 12 panouri identice care conţin unităţile de generator, sarcină şi linie. Unităţile de transformator sînt aşezate sub panoul de distribuţie.

Modelul de reţea fabricat în Cehoslovacia este foarte modern şi cuprinde o serie de dispozitive automate care uşurează măsurătorile.

Principalele probleme care se rezolvă cu acest model sînt :

— studiul reţelei stabilizate — distribuţia puterilor active şi reactive, reglajul tensiunii, compensarea factorului de putere etc. ;

— determinarea curenţilor de scurtcircuit, studiul transformatoarelor cu neutru sau neutru izolat, protecţie etc. ;

— studiul reţelei dezechilibrate ;

— studiul stabilităţii statice şi dinamice.

Afară de problemele industriei energetice, modelul permite rezolvarea problemelor de grinzi, arbori, transmisiuni de căldură etc., adică a ecuaţiilor diferenţiale şi integrale asemănătoare cu cele ale circuitelor electrice. N.K.

Materiale electrotehnice

CZ. 621·318.²/₃:538.221

Cercetările şi rezultatele mai noi în domeniul materialelor feromagnetice. [După H. Fahlenbrach: Electrotechn. Z.—B, **9** (1957)5, 193—198].

Dezvoltarea din ultimii ani în diferitele domenii ale electrotehnicii se datoreşte în mare parte cercetărilor privind bazele feromagnetismului. Articolul arată rezultatele obţinute de diferiţii cercetători : magneţii elementari, cîmpul molecular, explicaţia curbei de magnetizare, anizotropia feromagnetică şi dependenţa de temperatură a remanenţei aparente.

Sînt tratate apoi diferitele reţete de fabricaţie a celor două mari categorii de magneţi : cei moi (utilizaţi ca miez în transformatoarele de măsură şi în bobine) şi cei permanenţi (utilizaţi la instrumente de măsură, difuzoare, şi generatoare), care au o forţă coercitivă de circa 10^6 ori mai mare decît magneţii moi.

La magneţii moi este indicat materialul „Supermalloy" (Ni, Mo, Fe) care faţă de materialul mai vechi „Permalloy" are o permeabilitate iniţială de 3 ori mai mare, datorită unei răciri şi căliri speciale în timpul fabricaţiei. Aliajul „Alfenol" (Al, Fe) prezintă avantajul unei durităţi mecanice mari, deci al unei uzuri reduse. O importanţă deosebită o are orientarea particulelor la aliajele de Fe + Si cum ar fi materialul Hsperm utilizat la miezuri în transformatoarele de măsură sau de putere. Apoi sînt prezentate „feritele" cu avantajele lor la cîmpuri de înaltă frecvenţă.

În ce priveşte magneţii permanenţi sînt indicaţi, în primul rînd, magneţii din pulbere de fier, a căror fabricaţie este încă în dezvoltare. La magneţii din mangan-bismut s-a ajuns la valori ale $(B.H)_{max}$ mai mari de $5 \cdot 10^6$ Gs Oe la B_c de peste 3 000 Oe. Foarte repede s-au introdus apoi magneţii din oxid de bariu ($Ba\,O \cdot 6\,Fe_2O_3$) utilizaţi la lentile magnetice, la difuzoare sau magnetouri de motociclete cu dimensiuni reduse. Magneţii permanenţi Al-Ni-Co şi Al-Ni au valori $(B.H)_{max}$ pînă la 8.10^6 Gs Oe. Pentru ace de busole, mici tacometri şi ceasornice electrice au fost dezvoltaţi magneţii „Koerzit T" (Co, Va, Cr şi restul Fe) şi „Koerzit H" cu forţa coercitivă de circa 100 Oe şi remanenţe de peste 14 000 Gs. G.C

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

SOMMAIRE

1er Mai — journée de la solidarité internationale des travailleurs, 149

Povell C.F. : **La déclaration de la Fédération Mondiale des Savants au sujet des armes nucléaires**, 150

Une déclaration du professeur Frédéric Joliot-Curie, 151

CD 530.537.1 : 538 ; 1

Răduleț R. :

Une contribution au problème des dimensions des grandeurs physiques

Electrotehnica **6** (1958) 5, 152

Le problème du nombre des unités de mesure indépendantes a été résolu par des considérations faites exclusivement sur les différentes espèces de grandeurs primitives et sur leurs équations de définition, indépendamment des grandeurs dérivées et des lois établies après l'introduction des grandeurs primitives. On clarifie le problème des constantes universelles et de leurs dimensions.

CD 621.3.016.1.001.24 : 621.313.3

Fransua Al. :

Le calcul des couples des machines à courant alternatif à l'aide du théorème des forces généralisées

Electrotehnica **6** (1958) 5, 161

En utilisant le théorème des forces généralisées dans les champs magnétiques tournants, on retrouve les expression connues des couples des machines à courant alternatif, par une voie unitaire, élégante et correcte.

CD 538.252.001.24

Tugulea A. :

Le calcul approximatif des perméances

Electrotehnica **6** (1958), 5, 164

Le problème de la détermination des capacités, des perméances magnétiques et des conductances est réductible au calcul d'un seul facteur géométrique pour la même configuration géométrique, facteur nommé perméance. En partant de quelques théorèmes de maximum et minimum des champs laplaciens, on établit des méthodes qui permettent la détermination des valeurs qui encadrent les valeurs exactes des perméances dont le calcul exact n'est pas possible. Comme application, on calcule les valeurs qui encadrent la perméance d'un entrefer à encoches rectangulaires ouvertes.

CD 621.319.53

Hortopan Gh. :

Un générateur de choc de tension de 750 kV

Electrotehnica **6** (1958) 5, 172

On décrit le générateur de choc de tension calculé par l'auteur et construit à l'Institut de Recherches Electrotehniques de Bucarest. On donne des détails constructifs et des indications sur les calculs. On présente les résultats obtenus en service.

CD 621.316.57.064.25

Mathe B. :

Réalisation d'une construction modernisée d'un disjoncteur à huile pour 15 kV

Electrotehnica **6** (1958) 5, 176

On présente une construction modernisée, réalisée à la fabrique Electroputere. On donne des indications sur le calcul et les résultats des essais normalisés. La construction décrite présente des avantages techno-économiques nets sur les constructions fabriquées antérieurement.

DISCUSSIONS, 184
CHRONIQUE, 185
DOCUMENTATION, 186

621.3.01/09 ELECTROTEHNICA GENERALA

Németh E.: CZ 537.212.001.3

Metode experimentale pentru determinarea cîmpurilor electrice. Villamosság **5** (1957) 4—5, 97—103.

Lacina O.: CZ 538.26 : 518

O soluţie grafică a circuitelor neliniare. Elektr. Obz. **46**(1957) 12,620—622.

Gador L. CZ 621.3.042.5.001.24

Calculul circuitelor magnetice. Elektrotechnika **50** (1957) 8—9, 314—322.

Fodor Gy.: CZ 621.309.025 : 3

Parametrii reduşi ai reţelelor trifazate. Elektrotechnika **50** (1957) 8—9, 323—329.

Zanda E.: CZ 621.3.01

Influenţa asimetriei şi echilibrului asupra factorului de putere al unei sarcini trifazate. Elettrotecnica **44** (1957) 12, 712—715.

621.311.1/4 ALIMENTARE. PRODUCERE. CENTRALE. SUBSTAŢII

Bálint G.: CZ 621.311.21 : 621.313.322.2

Generatoarele hidrocentralei Tiszalök. Villamosság **5** (1957) 1—2, 22—27.

621.313. MAŞINI ELECTRICE

Berger A. Ia: CZ 621.313

Greutatea economică a maşinilor electrice. Elektrotechnika **50** (1957) 8—9, 312—313.

Alm. E.: CZ 621.313.32.045.53

Înfăşurări cu pas fracţionat pentru maşini sincrone trifazate şi proprietăţile lor în sarcină. Acta Polytechnica **227** (1957. Electrical Engineering Series vol. 8, nr. 3) Kungl. Tekniska Högskolans Handlingar nr. 111).

Kahn W.: CZ 621.313.322—81.004.2

Puncte de vedere pentru punerea în funcţionare accelerată a turbogeneratoarelor. Dtsch. Elektrotechnik **12** (1958) 1, 11—14.

Kade F.: CZ 621.313.333.2.045.56

Motorul de inducţie cu rotor în dublă colivie. Elektr. u. Masch. Bau **74** (1957) 24, 551—556.

621.314. 6/7 REDRESOARE ŞI TRANSISTORI

Lehmann G.: CZ 621.314.62.001.5

Comportarea redresoarelor mecanice la tensiune inversă. A.E.G.-Mitt. **47** (1957) 11/12, 419—428.

621.315.61/62 MATERIALE IZOLANTE. IZOLATOARE

Kloss A.: CZ 621.315.626.002

Tehnologia traversărilor în vid, Elektr. Obzor **46** (1957) 12, 634—638.

Skovronski J. I.: CZ 621.315.61

Probleme actuale privind izolatoarele de înaltă tensiune. Przegl. Elektr. 33 (1957) 11, 511—516.

621.316.1 DISTRIBUŢIE

Szendy K.: CZ 621.316.1.001.24 : 512.8

Calculul cu matrici al reţelelor. Elektrotechnika **50** (1957) 8—9, 281—293.

621.316.3/5 INSTALAŢII. APARATAJ

Woynarovski Zb.: CZ 621.316.542 : 389.6

Intreruptoare industriale. Capacitatea lor de rupere în lumina prescripţiilor şi standardelor. Przegl. Elektr. **33** (1957) 11, 492—497.

Lipski T., Reniger J.: CZ 621.316.542.621.3.064.4

Capacitatea de rupere a întreruptoarelor industriale în starea tranzitorie a circuitului. Przegl. Elektr. **33** (1957) 11, 497—501.

Nasilowski J.: CZ 621.316.57.064.22

Tendinţe în evoluţia proiectării întreruptoarelor cu acţiune rapidă. Przegl. Elektr. **33** (1957) 9, 399—405.

621.316.9 **PROTECŢIE**

Jakubowski J. L.: CZ 621.316.98

Observaţii asupra noii versiuni a „Instrucţiunilor pentru protecţia contra descărcărilor". Przegl. Elektr. **33** (1957) 10, 422—427.

621.317 **MASURI ELECTRICE**

Fascö L.: CZ 621.317.32

Variantă a voltmetrului maximal. ASEA-Rev. **29** (1957) 6, 111—118.

Kramer J.: CZ 621.317.333 :621.313.32

Încercările preventive din punctul de vedere al perturbaţiilor şi îmbătrînirii izolaţiei statorului în maşinile sincrone. Elektr. Obz. **46** (1957) 12, 611—619.

Stamm H.: CZ 621.317.333.8

Încercarea la impuls a transformatoarelor şi încercări pe model Dtsch. Elektrotechnik **12** (1958) 1, 25—27.

Kopriva J.: CZ 621.317

Măsurarea cu osciloscopul electronic a proprietăţilor materialelor magnetice moi. Elektr. Obz. **46** (1957) 12, 628—645.

Renz A.: CZ 621.317

Dimensionarea conductelor pentru reductoarele truselor de măsură în înaltă tensiune. Elektrotechnik Würzburg **40** (1958) 3, 21—22.

Wehde H.: CZ 621.317.7.087

Înregistrarea valorilor măsurate cu instrumente cu bandă magnetică. Elektrotechnik Würzburg **40** (1958) 3, 23—24.

Claus G.: CZ 621.317.39 : 531.77

Măsurarea turaţiilor. Funk Technik (1958) 1, 9—10.

621.317.7 **INSTRUMENTE. APARATE DE MASURA**

Jaeckel W.: CZ 621.317.7

Progrese la instrumente înregistratoare. Elektrotechnik Würzburg **40** (1958) 1, 16—19.

621.32 **LĂMPI**

Rohloff E.: CZ 621.327.534.15.029.45

Comportarea tuburilor fluorescente la frecvenţe mai înalte. Elektrotechn. Z. — B. **10** (1958) 1, 1—6.

Bate H. C.: CZ 535.379

Progrese în electroluminescenţă. Electr. Times **133** (1958) 3453, 87—89

621.33 **TRACŢIUNE**

Freudel I.: CZ 621.33

Influenţa contactului periilor de cărbune asupra curenţilor transversali ai motoarelor de tracţiune. Elektrotech. Z.—A. **79** (1958) 1, 18—21.

621.36 **INCĂLZIRE. CUPTOARE**

Vámos F.: CZ 621.365.3/4.001.24

Calcularea cuptoarelor electrice cu rezistenţe şi sarcina superficială specifică. Villamosság **5** (1957) 4—5, 129—132.

Csáki Fr., Frigyes A.: CZ 621.375.3.06

Amplificatoare magnetice de construcţie clasică. Elektrotechnika **50** (1957) 8—9, 294—308.

Horaki J.: CZ 621.394.641

Amplificator magnetic comandat în tensiune. Przegl. Elektr. **33** (1957), 9, 427—429.

Stox

Folii de izolare electrică

din
triacetat de celuloză
și acetobutirat cu excelente
proprietăți electrice și
mecanice

Cereți prospecte tehnice și oferte asupra diferitelor tipuri de la :

CHEMIEWERK Dr. PAUL STOCK G.m.b.H.
STARNBERG/OBB. — WESTDEUTSCHLAND GEGR. 1929

DICȚIONARUL POLITEHNIC

Editura Tehnică, București (1957) 768 pagini, lei 70.

Editura Tehnică și-a luat ca sarcină să scoată o nouă lucrare, menită să vină în sprijinul tehnicienilor din țara noastră și să ajute la ridicarea nivelului tehnic al tinerilor cadre, oferindu-le un bogat material informativ.

Este vorba de *„Dicționarul Politehnic"*, elaborat de un colectiv de autori, format din ing. Zissu Karniol, ing. Carol Neumann și prof. Radu Țițeica.

Dicționarul Politehnic este un dicționar enciclopedic într-un singur volum, cuprinzînd în articolele sale noțiuni din toate domeniile tehnicii, ale științelor aplicate și ale economiei tehnice, împreună cu o prezentare scurtă a proceselor tehnologice și a domeniilor de folosință în industrie a produselor. El constituie, ca temă, o reluare a vechilor dicționare explicative apărute mai de mult la Editura Tehnică, cum sînt „Micul Dicționar Tehnic" și „Dicționarul Tehnic", fără să poată fi însă considerat cu o reeditare a acestora. În adevăr, „Micul Dicționar Tehnic" și „Dicționarul Tehnic" — apărute în 1950, respectiv în 1953, au constituit primele încercări de a pune la dispoziția unor pături cît mai largi de cititori interesați, o documentație pentru informarea strict științifică și în același timp rapidă, asupra conținutului termenilor științifici și tehnici. Însă cele două lucrări, nu numai că sînt de mult epuizate, dar cuprinsul lor a fost depășit, atît datorită faptului că știința și tehnica au rezolvat între timp importante probleme cît și faptului că în țara noastră s-au dezvoltat noi ramuri de producție.

În această situație „Dicționarul Politehnic" se prezintă ca o lucrare nouă, cu un număr mult mai mare de termeni, în special în domeniile: agricultură, construcții și materiale de construcții, fizică nucleară, automatizarea etc. Conținutul diferiților termeni din vechiul „Dicționar Tehnic" a fost extins și mult îmbunătățit, eliminîndu-se în mare parte, lipsurile și greșelile detectate în acea lucrare și ajungîndu-se totodată la un echilibru bun între numărul și volumul definițiilor din diferitele discipline. Definițiile și prezentarea sînt făcute, în general, la nivelul corespunzător învățămîntului mediu, tehnic sau teoretic. Termenii de largă circulație sînt prezentați la un nivel accesibil muncitorilor, iar termenii mai generali și abstracți de știință pozitivă, care nu intră în mod curent în preocupările tehnicienilor de nivel mediu, sînt tratați la nivel universitar. Materialul ilustrativ a fost, de asemenea, schimbat și împărțit, punîndu-se accentul pe desene în perspectivă și pe scheme funcționale, mai ușor accesibile. Un element inedit îl constituie introducerea, la sfîrșitul lucrării, a unei serii de note biografice ale celor mai importanți reprezentanți ai științei și tehnicii mondiale și ale oamenilor de știință din țara noastră.

Dicționarul Politehnic este o lucrare de mare importanță pentru toți cei care se preocupă de știință și tehnică și este, așa cum se prezintă, o lucrare de valoare, fapt confirmat de referatele preliminare, ca și de referatele diverșilor specialiști care au făcut controlul științific al dicționarului.

E 2040

KAT

Institut de Documentare Teh
BUCUREŞTI
OBMEN - CSER
VYMENA - WYMIAN
TAUSCH - CMEHA

ELECTROTEHNICA

REFERALVA

6

Electrotehnica — Bucureşti

Anul 6 ★ nr. 6 ★ Iunie 1958

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, conf. ing. D. DAMSKER, laureat, al premiului de Stat, conf. ing. ST. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R. laureat al Premiului de Stat

Către cititorii noștri

Urmărind îmbunătățirea continuă a conținutului și a formei revistei noastre, Comitetul de redacție a luat numeroase măsuri, al căror scop este de a face revista mai utilă, mai documentată și mai atrăgătoare masei cititorilor. Unele din aceste măsuri necesită explicații și o îndrumare pentru a asigura o întrebuințare rațională a revistei. Unele explicații se dau mai jos, iar pentru informații de detaliu rugăm pe cititorii noștri să se adreseze direct redacției revistei noastre.

Revista are următoarele părți : partea de fond, partea documentară și inseratele.

1. Partea de fond *conține : articole, note discuții, referate, recenzii, norme și standarde și cronica. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică și o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detașeze și să se lege formînd colecția revistei.*

1.1. Articole. *Articole de fond privind luări de poziții, comentarii față de evenimente politice, economice și tehnice de importanță mare.*

Articolele tehnico - științifice, tehnico - economice sau tehnologice (4— 6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză, se publică în condițiile comunicate autorilor pe prima contrapagină a numerelor revis ei din anul 1957. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacțională destinată a situa articolul în tematica revistei și în problematica actuală a domeniului, cu sublinierea importanței sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a ușura regăsirea unui articol într-o colecție de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care împreună cu fișele documentare ale sumarelor în limba română și în patru limbi străine permit identificarea obiectului articolelor și pentru cititorii străini care nu cunosc limba română.

În același timp sumarele pe fișe (v. mai jos) și tablele de materii anuale, pe 5 ani etc. dau posibilitatea regăsirii ușoare a unui articol în colecție.

1.2. Notele *sînt expuneri mai scurte și de o importanță mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal și se introduc în sumarele anuale.*

1.3. Discuții *asupra unor lucrări sau articole apărute constînd dintr-o luare de poziție și un răspuns se admit fără ca Redacția să ia un angajament sau responsabilitate în ce privește părerile exprimate. Discuțiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori și cititori.*

1.4. Referatele *sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din țară și din străinătate care se consideră de către redacție a fi interesante și utile cititorilor. Indicația bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele și referințe bibliografice).*

1.5. Recenzii *sînt prezentări mai ample și critice ale unor lucrări de anvergură, cărți monografii, dizertații. Recenzorii se aleg de către redacție printre persoanele competente în domeniul respectiv și care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă și să permită îmbunătățiri la o nouă ediție.*

1.6. Norme și standarde *este o rubrică de prezentare a ultimilor știri privind redactarea și apariția de norme și standarde electrotehnice în țară și străinătate (norme internaționale).*

1.7. Cronica *servește la anunțarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii : congrese, conferințe, aniversări, comemorări etc.*

2. Partea documentară *a revistei este mult amplificată față de trecut avînd în vedere nevoia acută de a promova și îmbunătăți documentația tehnico-științifică în masa inginerilor și tehnicienilor electricieni.*

2.1. Sumarele *sînt redactate în cinci limbi sub formă de fișe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificație zecimală și referințe bibliografice normale (denumirea și numărul revistei se repetă pe fiecare fișă). Dispuse pe fanioane care se detașează la scoaterea broșelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate și ordonate în fișiere bibliografice individuale, ca și:*

2.2. Titlurile *unor articole recente din periodice din țară și străinătate, care pot să prezinte interes pentru inginerii sau tehnicienii noștri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4.).*

3. Inseratele sînt :

3.1. Anunțuri *de evenimente și apeluri către cititori sau autori.*

3.2. Reclame *și prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi electrotehnice din țară și străinătate.*

Condițiile pentru inserarea de anunțuri și reclame se comunică de către redacție celor interesați.

Redacția speră a fi acționat în interesul cititorilor luînd aceste măsuri și își propune ca obiectiv și în viitor ***să facă revista cît mai utilă, mai interesantă și cît mai vie.***

Revista „Electrotehnica", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele Editor : Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. Redacția : București, Str. Ion Ghica nr. 3, telefon 3 57 28 — 3 07 30. Administrația și Casieria : București, Cal. Victoriei, 118, telefon 4 06 24. Redacția își rezervă toate drepturile privind lucrările precum și materialul grafic ilustrativ apărut în revistă cît și cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual : pentru întreprinderi lei 96, individual lei 30. Prețul unui exemplar : lei 5. Abonamentele se primesc la sediul administrației sus indicate. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică nr. 3. București.

ELECTROTEHNICA

Anul 6 Nr. 6 iunie 1958

SUMAR

Crișan I.;

Industria electrotehnică după zece ani de la naționalizare
Electrotehnica **6**(1958) 6, 189.

CZ 621.3.018.7 : 621.314.6

Budeanu C. :

Aplicarea teoriei fenomenelor deformante la aparate din categoria redresoarelor

Electrotehnica **6**(1958)6, 192

După o scurtă reamintire a principalelor aspecte ale teoriei fenomenelor deformante se studiază cazul particular al redresoarelor monofazate și polifazate. Se verifică corelația între puterile deformante la surse și cele de la supapele deformante alimentate de aceste surse.

CZ 621.317.757

Centea O., Micloși V. :

Analizor armonic

Electrotehnica, **6**(1958)6, 199

Se descrie un analizor armonic pentru analizarea unor curbe de tensiune și curent înregistrate experimental. Principiul pe care se bazează aparatul este efectuarea pe cale electrică a metodei grafice indicate de Roth.

CZ 621.313.14

Aslan H., Fransua A. :

O nouă mașină universală, fără înfășurare pe stator

Electrotehnica, **6**(1958)6, 202

Este prezentată o nouă mașină electrică universală din categoria mașinilor serie cu colector de puteri sub 300 W la 6 000 rot/min. Mașina are un rotor obișnuit cu înfășurare buclată, cu colector normal și o pereche de perii care pot fi deplasate pe periferia colectorului. Statorul diferă de cel al mașinilor clasice avînd piese polare de înălțimi foarte mici deoarece nu există înfășurare de excitație și deschiderea de maximum 50% din pasul polar.

CZ 621.314.65

Filipiuc I., Stirbu V., Bergman I. :

Realizarea unui mutator metalic cu vapori de mercur

Electrotehnica **6**(1958)6, 208

După o scurtă privire asupra stadiului actual în construcția și utilizarea mutatoarelor se descrie prototipul experimental realizat de autori. Se dau rezultatele încercărilor efectuate.

CZ 621.317.77.082.74 :621,316,1.016.313

Ambrozie C. :

Fazmetrul electrodinamic în rețele trifazate nesimetrice

Electrotehnica **6**(1958)6, 215

Folosind metoda simbolică și teoria componentelor simetrice, se deduce expresia generală a indicației fazmetrului electrodinamic conectat într-o rețea trifazată cu nesimetrie totală. Se analizează eroarea de metodă la măsurarea factorului de putere cu fazmetrul, în cazul practic al nesimetriei simple în rețeaua trifazată, și se precizează domeniile în care indicațiile aparatului sînt valabile în limitele unei aproximații impuse sau alese.

NOTE, 219
REFERATE, 221
RECENZII, 227

Este permisă reproducerea rezumatelor cu indicarea integrală a sursei.

CONTENTS

Crişan I. :

A decade since the Nationalisation Act in the Electrical Engineering Industry

Electrotehnica **6** (1958) 6, 188

DC 621.3.018.7 :621.314.6

Budeanu C. :

Application of deforming phenomena theory at rectifiers category apparatuses

Electrotehnica **6** (1958) 6, 192

After remembering briefly the main aspects of the deforming phenomena theory, the special case of single-phase and multiphase rectifiers is studied. The correlation between the deforming forces at sources and the deforming valves fed from these sources is verified.

DC 621.317.717

Centea O. and *Micloşi V.* :

Harmonic analyzer

Electrotehnica **6** (1958) 6, 199

A harmonic analyzer for analyzing some experimentally recorded voltage and current curves. The principle which the apparatus is based on is the application on electrical way of the method indicated by Roth.

DC 621.314.65

Aslan H. and *Fransua A.* :

A new universal machine without winding on stator

Electrotehnica **6** (1958) 6, 202

A new universal electrical machine from the category of series machines with forces collector under 300 W at 6 000 rot/min is presented. The machine has an ordinary rotor with lap winding, with normal collector and with a pair of brushes which can be displaced on the collector periphery. The stator differs from that of classical machines having very low polar pieces, because there is no exciting winding and have an open space of maximum 50% from the polar pitch.

DC 621.314.65

Filipiuc I., Stirbu V. and *Bergman I.* :

Achievement of a metallic mutator with mercury vapours

Electrotehnica **6** (1958) 6, 208

After a short glance on the present state in mutator construction and utilization, the prototype experimentally developed by the author is described. The results of tests carried out are given.

DC 621.317.77.082.74 : 621.316.1.016.313

Ambrozie C. :

Electrodynamical phasemeter in electrical asymmetrical 3-phase networks

Electrotehnica **6** (1958) 6, 215

Using the symbolic method and the symmetrical components theory, the general expression of the indication of the electrodynamical phasemeter, connected in a three phase network with total lack of simmetry, is derived. The fault of method at measuring the power factor by means of the phasemeter is analyzed in the practical case of the simple unsymmetry in the 3-phase network, and the fields in which the indications of the apparatus are valid within the limits of an imposed or chosen approximation are precisely detailed.

NOTES, 219

ABSTRACTS, 221

BOOK REVIEWS, 227

The summaries may be reproduced if the source is fully stated.

СОДЕРЖАНИЕ

Crişan, L.:

Электротехническая промышленность после десяти лет национализации.

Electrotehnica **6** (1958) 6, 189

Д. К.621.3.018.7 : 621.314.6

Budeanu C.:

Применение теории искажающих явлений для выпрямительных аппаратов.

Electrotehnica **6** (1958) 6, 192

После краткого обзора основных положений теории искажающих явлений, рассматривается частный случай однофазных и многофазных выпрямителей. Проверяется соотношение между мощностями искажения у выпрямителей и у питающих их источников.

Д. К.621.317.757

Centea O. Micloşi V.:

Гармонический анализатор.

Electrotehnica **6** (1958) 6, 199

Описан гармонический анализатор для анализа кривых тока и напряжения, полученных экспериментальным путем. Принцип действия прибора основан на электрическом воспроизведении графического метода Рота.

Д. К. 621.313.14

Aslan H., Fransua Al.:

Новая универсальная машина без обмотьи возбуждения.

Electrotehnica **6** (1958) 6, 202

Описывается новая универсальная электрическая машина из группы сериеских коллекторных машин с мощностью до 300 вт при 6000 об/мин. Ротор машины обычный. Щетки машины перемещаются по поверхности коллектора. Статор машины не имеет возбудительной обмотки, а высота полюсов меньшая чем у обычных машин.

Д. К. 621.314.65

Filipiuc I., Ştirbu V., Bergman I.:

Разработка ртутного преобразователя

Electrotehnica **6** (1958) 6, 208

После краткого обзора современного состояния конструкции ртутных выпрямителей описывается экспериментальный образец сконструированный авторами. Даны результаты испытаний.

Д. К. 621.317.77.082.74 : 621.316.1.016.313.

Ambrozie C.:

Электродинамический фазомер в трехфазных несимметричных сетях.

Electrotehnica **6** (1958) 6, 215

Применением метода симметричных составляющих выводится общее выражение показания электродинамического фазомера включенного в трехфазную сеть с полной асимметрией. Рассматривается полученная систематическая ошибка при измерении коэффициента мощности в трехфазных системах с простой асимметрией. Указываются области, в которых указания прибора пригодны для измерений в заданных пределах точности.

ЗАМЕТКИ, стр. 219

РЕФЕРАТЫ, стр. 221

РЕЦЕНЗИИ, стр. 227

Позволяется воспроизведение резюме с полным указанием источника.

INHALTSVERZEICHNIS

Crişan I. :

Zehn Jahre nach der Übernahme ins Volkseigentum der Hauptproduktionsmittel in der Elektrotechnischen Industrie

Electrotehnica **6** (1958) 6, 188

DK 621.3.018.7 : 621.314.6

Budeanu C. :

Die Anwendung der Theorie von den Verzerrungserscheinungen auf Apparate von der Klasse der Gleichrichter

Electrotehnica **6** (1958) 6, 192

Nach einer kurzen Zusammenfassung der Hauptaspekte der Theorie von den Verzerrungserscheinungen wird der Spezialfall der Ein- und Mehrphasengleichrichter behandelt. Es wird die Beziehung zwischen den Verzerrungskräften an den Quellen und an den von diesen Quellen gespeisten Verzerrungsventilen nachgeprüft.

DK 621.317.757

Centea O. und *Micloşi V.* :

Ein harmonischer Analysator

Electrotehnica **6** (1958) 6, 199

Es wird ein harmonischer Analysator beschrieben, welcher experimentell aufgenommene Spannungs- und Stromkurven untersucht. Das Prinzip, worauf der Apparat beruht, ist die Anwendung auf elektrischem Wege der von Roth angegebenen graphischen Methode.

DK 621.313.14

Aslan H. und *Fransua A.* :

Eine neue Universalmaschine ohne Statorwicklung

Electrotehnica **6** (1958) 6, 202

Es wird eine neue elektrische Universalmaschine beschrieben aus der Klasse der Reihenschluss-Kommutatormaschinen mit Leistungen unter 300 W bei 6 000 Umdr/min. Die Maschine hat einen gewöhnlichen Rotor mit Schleifenwicklung, mit normalem Kollektor und einem auf dem Kollektor verschiebbaren Bürstenpaare. Der Stator unterscheidet sich von dem der üblichen Maschinen dadurch dass seine Pole sehr niedrig sind — da die Erregerwicklung fehlt — und dass deren Breite höchstens 50% des Polabstandes beträgt.

DK 621.314.65

Filipiuc I., Stirbu V. und *Bergman I.* :

Die Verwirklichung eines Metallstromrichters mit Quecksilberdampf

Electrotehnica **6** (1958) 6, 208

Nach einem kurzen Rückblick auf den heutigen Stand bzgl. Bau und Verwendung von Stromrichtern wird das von den Verfassern hergestellte Versuchsexemplar beschrieben. Dann werden die Ergebnisse der angestellten Versuche angegeben.

DK 621.317.77.082.74 : 621.316.1.016.313.

Ambrozie C. :

Der elektrodynamische Phasenanzeiger

Electrotehnica **6** (1958) 6, 215

Durch Anwendung der symbolischen Methode und der Theorie der symmetrischen Komponenten wird der allgemeine Ausdruck der Angabe eines elektrodynamischen Phasenmanzeigers abgeleitet, für den Fall dass dieser an ein Drehstromnetz mit totaler Asymmetrie angeschlossen ist. Es wird der Fehler untersucht, welcher auftritt falls der Leistungsfaktor mit dem Phasenanzeiger nach dieser Methode gemessen wird und dies für den praktischen Falll der einfachen Asymmetrie im Drehstromnetz. Dann werden die Gebiete angegeben innerhalb derer die Angaben des Apparates in den Grenzen einer vorgeschriebenen oder gewählten Genauigkeit gültig sind.

NOTEN, 219

REFERATE, 221

BÜCHER, 227

Der Nachdruck der Zusammenfassungen wird nur mit vollständiger Quellenangabe gestattet.

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ŞI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 6 nr. 6 Bucureşti, iunie 1958

Industria electrotehnică după zece ani de la naţionalizare

Ing. ION CRIŞAN, director tehnic în Ministerul Industriei Grele

Pentru puţine ramuri industriale din ţara noastră, folosirea cuvintelor „primii zece ani" — atunci cînd se vorbeşte de deceniul parcurs de la naţionalizare — este mai potrivită decît pentru industria electrotehnică. Practic, nu se poate vorbi de o industrie electrotehnică românească înainte de 1948. Cele cîteva ateliere de montaj şi reparaţii, afaceri de conjunctură ale unor trusturi străine, reprezentînd investiţii minimale şi echipate la întîmplare, aveau o capacitate de producţie neînsemnată şi un nivel tehnic echivalent. Văzută ca un factor de bază al realizării planului de electrificare şi ca o condiţie necesară pentru întregul ansamblu al măreţului program de dezvoltare economică, industria electrotehnică a fost creată de înţeleapta conducere a partidului celor ce muncesc, reprezentînd unul dintre sectoarele de mare importanţă în construirea socialismului în ţara noastră.

Pentru acei muncitori, ingineri şi tehnicieni, care au avut fericirea să participe pas cu pas la dezvoltarea treptată a acestei industrii, care au trăit activ rapida ei evoluţie, perspectiva „primilor zece ani" va rămîne totdeauna un prilej de adîncă emoţie. Multor oameni, de la noi şi de peste hotare, iniţiativa creării unor fabrici de maşini şi aparate electrice într-un cadru lipsit de „tradiţia" şi de „experienţa" monopolizată de marile concerne internaţionale, le va fi părut o acţiune temerară, sortită unei lungi perioade de penibilă ucenicie. Practic, construirea socialismului în ţara noastră a dovedit, ca şi în multe alte ocazii, falimentul total al acestor idei. Capacitatea de îndrumare a partidului, forţa conducătoare, capacitatea de asimilare a cadrelor şi avîntul cu care au învins greutăţile, iată ce a însemnat mult mai mult decît „tradiţie" şi „experienţă". Practic, încă din 1949, înainte de a începe primul cincinal, noile fabrici de maşini şi aparate electrice deserveau importante ramuri ale economiei cu un volum preponderent de produse. Treptat industria energiei electrice şi a petrolului, a cărbunelui şi a chimiei, a transporturilor, a construcţiilor şi industria grea, au fost echipate în măsură din ce în ce mai mare cu maşini şi aparate electrice româneşti. Practic, încă din primii ani ai primului cincinal s-a putut renunţa la aducerea din import a principalelor produse electrotehnice. Pe măsura creşterii sortimentelor fabricate, la începutul celui de al doilea cincinal a devenit posibilă acoperirea integrală a necesităţilor economiei într-o serie de grupe de produse cu cea mai mare pondere, cum ar fi motoarele electrice, transformatoarele, aparatajul de înaltă şi joasă tensiune. Anul 1957 marchează o nouă etapă în dezvoltarea industriei electrotehnice; produsele electrotehnice româneşti apar pe piaţa internaţională cîştigîndu-şi din ce în ce mai mult încrederea beneficiarilor externi. Astfel, în anul 1958 mai mult de o treime din producţia de transformatoare şi motoare electrice a industriei electrotehnice este destinată contractelor externe. În tot acest interval dinamica volumului de producţie a fost extrem de accentuată, astfel în 1958 valoarea producţiei va reprezenta 154% faţă de 1955 şi 580% faţă de 1950.

Dezvoltarea industriei electrotehnice s-a făcut pe baza unei concepţii bine fundamentate şi a unei perspective realiste. Obiectivele iniţiale au fost: concentrarea industriei, *crearea unor unităţi de producţie cît mai puternice, dotate cu importante mijloace de bază,* specializarea producţiei, *respectiv profilarea corespunzătoare a acestor unităţi; crearea aparatului tehnic necesar creşterii continue a nivelului tehnic, deci formarea cadrelor necesare de concepţie, proiectare şi muncă de cercetare tehnică şi dotarea întreprinderilor în mod corespunzător.*

Măsura în care aceste obiective au fost realizate o confirmă astăzi, după primii zeci ani, forţa productivă pe care o reprezintă cele 15 fabrici ale industriei electrotehnice, realizările lor de pînă acum şi perspectivele luminoase pe care le au în faţă. Noua fabrică de transformatoare de la „Electroputere", sectorul de electromotoare de la „Electroprecizia", noua secţie de cabluri de forţă de la „Electrocablul", fabrica „Grigore Preoteasa" şi altele sînt sau vor deveni în cea mai scurtă vreme, unităţi de producţie electrotehnică al căror nivel general de producţie, de productivitate şi de calitate a produselor, le va putea situa printre fabricile fruntaşe ale industriei constructoare de maşini din ţara noastră.

Mai mult decît obişnuitele cifre de dinamică de producţie, pot oglindi dezvoltarea unui sector industrial datele cu caracter economic *mai general. În special în cursul primilor cinci ani ai deceniului care*

a trecut, investiţiile afectate industriei electrotehnice au fost considerabile.

Valoarea mijloacelor de bază a fost dublată în decursul cincinalului întîi, iar pînă la sfîrşitul cincinalului al doilea va creşte cu 300% faţă de 1950.

Faţă de prevederile de investiţii ale planului cincinal au fost făcute importante economii, deşi nivelul de producţie atins la principalele produse a fost încă în 1953 peste cel planificat. Mai important însă este faptul că indicele de folosire a acestor mijloace fixe a fost în continuă creştere, denotînd folosirea din ce în ce mai intensivă a capacităţilor de producţie. Iată această dinamică considerînd 100 indicele anului 1950:

	1950	1955	1956	1957	1958
Producţia pe 1 leu mijloace fixe	100	190	210	230	240

Un exemplu caracteristic îl reprezintă fabrica Electroprecizia care printr-o reorganizare bine gîndită a fluxului de producţie şi-a dublat practic capacitatea pe aceiaşi suprafaţă de producţie.

O atenţie deosebită a fost dată creşterii continue a productivităţii muncii, care şi-a păstrat un caracter accentuat chiar după trecerea primilor ani, în care preocuparea principală a fost însuşirea unui sortiment cît mai larg de produse noi. Iată această dinamică, calculată la fel ca mai sus:

	1950	1955	1956	1957	1958
Producţia pe un muncitor	100	243	276	320	356

Principalul mijloc folosit pentru obţinerea acestui efect constă în continua preocupare pentru modernizarea metodelor de fabricaţie, folosind în măsură maximă posibilităţile oferite de creşterea volumului de producţie şi, concomitent, a creşterii caracterului de serie al producţiei. Montajul pe bandă introdus la aparatajul de instalaţii de joasă tensiune, aparate de măsură, aparate de radio va fi extins şi la motoare electrice şi aparate electrocasnice. La o creştere corespunzătoare a seriei de fabricaţie, trecerea la montajul pe bandă a condus la o creştere de aproape cinci ori a productivităţii.

Succese remarcabile s-au obţinut prin aşezarea în flux tehnologic a utilajelor şi automatizarea maximă a trecerii de la o operaţie la alta, ca de exemplu în fabricaţia bateriilor galvanice, a lămpilor electrice, a motoarelor electrice. Această măsură care de asemenea se va extinde, a crescut considerabil productivitatea utilajelor, cu toate că maşinile folosite au rămas în general aceleaşi. Înfine, pentru procesele de fabricaţie în serii mai mici a fost folosită cu succes metoda analizei amănunţite a produselor din punct de vedere constructiv şi tehnologic, în scopul reducerii manoperei, în special la punctele strangulate şi la cele cu volum mare de muncă, prin completarea echipamentului tehnologic de scule, dispozitive şi verificatoare. Nu rare sînt cazurile în care prin această metodă manopera specifică a unui produs a fost redusă în curs de doi ani la mai puţin de jumătate din manopera iniţială.

Nu se poate contesta progresul considerabil înregistrat mai ales în ultimii ani, în ce priveşte nivelul tehnic *al produselor realizate de industria electrotehnică, cu toate că primii ani de activitate au pus probleme deosebit de grele în special în această direcţie. Începerea producţiei, satisfacerea unor nevoi urgente ale economiei, au impus un ritm extrem de rapid în asimilarea noilor produse. Lipsa de experienţă proprie a impus, în general, adoptarea sistemului de reproducere a unor modele străine. Alegerea acestor modele, adaptarea lor la specificul de utilare a întreprinderilor nu s-a făcut fără greşeli. Important este însă faptul că încă după primii doi, trei ani de activitate, această etapă era depăşită. Pentru o gamă largă de produse s-a putut trece la proiectarea şi realizarea aşa numitelor serii unitare de produse, cu parametri tehnici şi tehnologici ameliorati. Realizarea primelor serii unitare la motoare, transformatoare etc. a reprezentat, de fapt, dovada atingerii unei maturităţi strict necesare dezvoltării ulterioare, cum şi crearea principalei condiţii pentru un progres tehnic dinamic. Într-adevăr, în paralel cu rezolvarea problemelor de acest fel, s-a putut înregistra o importantă creştere a sortimentelor de produse noi puse în fabricaţie. Numai în anii 1955—1957 au fost puse în fabricaţie 368 produse noi, deci mai mult decît un produs nou la trei zile.*

În ultimii ani, acţiunea de creştere a nivelului tehnic al produselor s-a orientat mai puţin pe lărgirea sortimentelor cît pe îmbunătăţirea caracteristicilor tehnico-economice ale produselor fabricate. Directivelor în acest sens ale Congresului al II-lea al P.M.R., industria electrotehnică le-a răspuns printr-o muncă asiduă pentru modernizarea produselor sale. Această acţiune s-a desfăşurat pe un front larg şi nu a întîrziat să dea roade. Menţionăm, doar pe scurt, seriile noi de motoare electrice normale (seria 1957), de motoare electirice antigrizutoase şi de macara, de transformatoare, de aparataj de instalaţii; toate aceste serii noi au adus, o dată puse în fabricaţie, importante economii de materiale cum şi un salt apreciabil în calitatea produselor.

În acelaşi timp în unele domenii au fost atacate cu succes probleme de creare a unor maşini şi aparate de înaltă tehnicitate.

Prin dezvoltarea în întreprinderi a unor baze proprii de cercetare tehnică, prin dotarea lor cu utilaje perfecţionate de încercări, prin folosirea judicioasă a schimburilor de experienţă cu ţările prietene mai avansate, a devenit posibilă realizarea unor produse cu parametri deosebiţi cum ar fi, de exemplu, transformatoarele şi aparatajul pentru reţeaua naţională de 110 kV. E important de ştiut că acest echipament, în care concepţia proprie a fost predominantă, a dat, din primul moment deplină satisfacţie în exploatare.

Perspectivele de viitor ale industriei electrotehnice, sarcinile care revin lucrătorilor din această ramură, pot fi concretizate în mod realist numai dacă se ţine seamă cu obiectivitate şi de numeroasele concluzii negative pe care analiza primilor zece ani de activitate le poate evidenţia.

Astfel, cu tot ritmul rapid de dezvoltare a industriei electrotehnice, menționat mai sus, se poate afirma că față de avîntul general al economiei noastre, acest ritm a fost încă nesatisfăcător. Mai ales în ultimii ani, o gamă largă de produse electrotehnice au fost deficitare, neacoperind integral necesitățile economiei. Insuficient au fost dezvoltate capacitățile de producție pentru anumite game de electromotoare, pentru ceramică electrotehnică, pentru acumulatoare, pentru cabluri, pentru echipament de telecomunicații ș.a.

Această situație se exprimă și în faptul că ponderea valorică a producției electrotehnice față de ansamblul ramurii construcții de mașini, care atinsese în 1953 cifra de 20% a evoluat în scădere continuă, fiind în 1958 abia ceva mai mult decît 15%. Cu alte cuvinte, evoluția celorlalte sectoare constructoare de mașini a fost mai rapidă decît dezvoltarea industriei electrotehnice. Dat fiind că industria electrotehnică condiționează în mod direct dezvoltarea rațională și progresul tehnic în celelalte ramuri ale economiei, este absolut necesar ca această evidentă rămînere în urmă să fie lichidată cît mai grabnic. În special este important să se dezvolte producția acelor grupe de mașini și aparate electrice în care rămînerea în urmă este cea mai accentuată. Dacă se poate considera satisfăcător progresul realizat în fabricația echipamentului de curenți tari , nu același lucru se poate spune, de exemplu, despre sectorul de curenți slabi. Un obiectiv principal al anilor care urmează îl constituie deci dezvoltarea rapidă, în continuare a fabricilor existente, pentru a face față volumului din ce în ce mai mare de produse electrotehnice necesare economiei, în special în domeniile electronicii, a echipamentului de telecomunicații, a elementelor de automatizare, a produselor electrocasnice ș.a.

Adoptarea unor soluții care să conducă la sporirea producției cu un volum minim de investiții și în timpul cel mai scurt este sarcina principală.

O atenție sporită va trebui acordată importantelor resurse economice care constituie încă rezerve interne, nefructificate, în producția actualelor tipuri de mașini și aparate fabricate.

Anii care urmează trebuie să reprezinte însă pentru industria electrotehnică din țara noastră mai mult decît o perioadă de dezvoltare cantitativă și de continuă îmbunătățire a producției sale actuale. Contribuția ei la avîntul economic general va putea fi considerată într-adevăr eficientă numai dacă vor fi atacate cu curaj și rezolvate în timp util numeroase probleme tehnice noi, pe care progresul rapid al științei și tehnicii mondiale le-au adus pe primul plan al preocupărilor. În acest sens a fost elaborat nomenclatorul principalelor obiective care stau în fața industriei electrotehnice din R.P.R., pentru următorii 15 ani, lucrare care constituie un important element al planului general de perspectivă. Discuțiile purtate într-un cadru larg de specialiști în jurul acestor „obiective" au dovedit oportunitatea și posibilitatea atacării în anii ce urmează a unor probleme deosebit de importante pentru progresul tehnic, și care, în fapt condiționează direct aplicarea tehnicii noi în importante sectoare ale economiei. Analizarea în continuare a acestor probleme, găsirea mijloacelor pentru rezolvarea lor și elaborarea planurilor corespunzătoare de acțiune este sarcina viitorului imediat.

Hotărîtoare pentru atingerea unor obiective de atari proporții este însă realizarea în țară a unei baze puternice de cercetări științifice în domeniul electrotehnicii. Dotația actualului institut este — în momentul de față — din păcate departe de a fi în măsură să satisfacă necesitățile industriei electrotehnice, chiar dacă am privi aceste necesități prin fanta îngustă a preocupărilor imediate. Considerăm, de aceea, problema realizării unor laboratoare puternice, în primul rînd în domeniile tensiunilor foarte înalte, a marilor puteri, a automaticii și a electro-fizicii, nu numai ca un obiectiv perfect justificat de actualul nivel de dezvoltare a industriei electrotehnice din țara noatră, dar și ca un element hotărîtor al dezvoltării proporționale a acestei industrii în anii ce urmează. Sîntem siguri că datorită puterii de asimilare a celor mai dificile probleme, dovedită în repetate rînduri de cadrele noastre de specialiști, cheltuielile legate de realizarea investițiilor necesare pentru acest scop nu vor întîrzia să dea roadele scontate.

*

Nu putem încheia această scurtă trecere în revistă a primilor zece ani de viață a industriei electrotehnice și a perspectivelor de viitor, fără a face legătura cu un factor esențial al tuturor realizărilor de pînă acum; totodată garanția realizărilor viitoare. Pentru lucrătorii din industria electrotehnică românească este clar că toate succesele noastre și toate planurile noastre de viitor conțin un element comun : sprijinul tovărășesc al țărilor socialiste care ne-au precedat pe calea industrializării și, în primul rînd, al Uniunii Sovietice. Succesele industriei electrotehnice românești sînt de fapt succesele lagărului nostru, sînt urmarea directă a relațiilor de tip nou dintre statele care construiesc socialismul. În ultimul timp prin legăturile directe dintre industriile electrotehnice ale țărilor socialiste, realizate în cadrul Consiliului de Ajutor Economic Reciproc, numeroase probleme au fost analizate în comun, adoptîndu-se măsuri care au avut darul să accelereze progresul tehnico-economic al electrotehnicii în toate țările participante. Țara noastră a participat activ la elaborarea și la punerea în practică a acestor măsuri. În continuarea acestei munci de colaborare, în încrederea pe care ne-o dă conștiința forței acestei acțiuni colective, trebuie să vedem nu numai o condiție de bază creată pentru dezvoltarea continuă a industriei noastre electrotehnice, ci și un stimulent viguros pentru munca noastră în viitor, pentru contribuția noastră la întărirea sistemului mondial al socialismului.

Aplicarea teoriei fenomenelor deformante la aparate din categoria redresoarelor

CONSTANTIN BUDEANU — Bucureşti *)

Redresoarele sînt aparate care generează importante fenomene deformante De aceea studiul acestor fenomene în cazul particular al redresoarelor prezintă un interes deosebit. Constatînd proprietatea de aparat deformant a redresorului, autorul care e totodată creatorul teoriei fenomenelor deformante, îşi propune de a aprofunda condiţiile de funcţionare ale acestor aparate prin încadrarea lor în teoria acestor fenomene.

CZ 621.3.018.7 :621.314.6

Un redresor este un aparat deformant de clasa I. Înţelegem prin aparat deformant orice instalaţie sau dispozitiv electric (maşină sau aparat propriu zis) la bornele căruia în timpul funcţionării apare o *putere deformantă*. Am împărţit aparatele deformante în două clase şi anume: aparatele deformante de clasa I sînt acelea la bornele cărora apar puteri deformante chiar dacă sînt alimentate sub tensiune sinusoidală. Intră, în această clasă, ori ce aparat din categoria redresoarelor şi ori ce aparat din categoria inductanţelor şi a capacităţilor cu permeabilităţi sau permitivităţi periodic variabile şi deci a inductanţelor cu fier saturat, cum şi ori ce aparat echivalent cu una dintre aceste categorii. Am numit aparate deformante de clasa a II-a, acelea la bornele cărora apar puteri deformante, numai dacă sînt aplicate la tensiuni nesinusoidale sau sînt străbătute de curenţi nesinusoidali, ca de exemplu bobine de inductanţe sau condensatoare cu inductanţe sau respectiv capacităţi constante.

Precizăm că numai prezenţa armonicelor de tensiune, de f. e. m. sau de curent nu este suficientă spre a caracteriza un aparat deformant. Astfel, de exemplu, o rezistenţă constantă supusă la o tensiune nesinusoidală sau străbătută de un curent nesinusoidal nu este sediul unei puteri deformante. Valoarea puterii deformante dezvoltată de o astfel de rezistenţă constantă, chiar în regim nesinusoidal este nulă spre diferenţă de situaţia inductanţelor şi a capacităţilor constante.

Ne propunem a arăta în cele ce urmează condiţiile de aplicare a teoriei fenomenelor deformante la aparate din categoria redresoarelor şi cîteva principale concluzii care se desprind din funcţionarea lor.

Reamintirea principalelor proprietăţi ale teoriei fenomenelor deformante

Reamintim cîteva dintre principalele proprietăţi făcînd parte integrantă din teoria fenomenelor deformante pe care am introdus-o, mai de mult, în electrotehnică [1], [2], [3].

Ne referim însă numai la acele proprietăţi de care ne vom servi în cele ce urmează, fără a mai reveni asupra demonstraţiilor pe care le-am dat deja în cadrul stabilirii teoriei respective.

Într-o reţea oarecare cu un număr s de laturi unifilare, fie tensiunea instantanee u între două noduri adiacente şi i curentul în latura care leagă acele noduri.

Tensiunea u şi curentul i într-un regim nesinusoidal pot fi exprimate prin:

$$\left.\begin{aligned} u &= \sqrt{2}\sum_n U_n \sin(n\omega t - \alpha_n) \\ i &= \sqrt{2}\sum_n I_n \sin(n\omega t - \beta_n) \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

În care n este numărul de ordine al undelor componente, U_n şi I_n, valorile eficace ale tensiunii şi curentului corespunzătoare undei de ordin n iar α_n şi β_n sînt defazajele de unghi faţă de o origine comună oarecare.

Pentru totalitatea celor s laturi am dedus, din proprietăţile de conservare ale puterilor instantanee, pentru fiecare grup de unde mn:

$$\left.\begin{aligned} \sum_1^s D'_{mn} &= \sum_1^s [U_n I_m \cos(\alpha_n + \beta_m) - \\ &\quad - U_m I_n \cos(\alpha_m + \beta_n)] = 0 \\ \sum_1^s D''_{mn} &= \sum_1^s [U_n I_m \sin(\alpha_n + \beta_m) - \\ &\quad - U_m I_n \sin(\alpha_m + \beta_n)] = 0 \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

în care am numit prin D'_{mn} şi D''_{mn} *puteri deformante elementare*.

Sistemul (2) ne conduce la o relaţie de conservare a unui vector de putere deformantă de ordin mn sub forma:

$$\sum_1^s \overline{D}_{mn} = \sum_1^s [U_n I_m \underline{|\alpha_n + \beta_m} - U_m I_n \underline{|\alpha_m + \beta_n]} = 0. \quad (3)$$

Modulul vectorului de putere $\overline{D}_{mn}$ este astfel:

$$D_{mn} = |\overline{D}_{mn}| = \sqrt{U_n^2 I_m^2 + U_m^2 I_n^2 - 2U_m U_n I_m I_n \cos(\varphi_n - \varphi_m)}. \quad (4)$$

Toţi vectorii $\overline{D}_{mn}$ pentru fiecare latură s sînt ortogonali între ei într-un spaţiu multidimensional, aşa încît vectorul rezultant corespunzînd

*Acad. Prof. C. Budeanu este şeful catedrei Electrotehnica II a Institutului Politehnic din Bucureşti.

la totalitatea grupelor de unde *mn* ale laturii respective are modulul :

$$D = \sqrt{\sum_{m,n} |D_{mn}|^2} =$$

$$= \sqrt{\sum_{m,n} [U_n^2 I_m^2 + U_m^2 I_n^2 - 2U_m U_n I_m I_n \cos(\varphi_m - \varphi_n)]} \quad (5)$$

Am numit prin D puterea deformantă dezvoltată în una din laturile s. Puterea deformantă D se supune şi ea proprietăţii de conservare vectorială ca urmare a conservărilor vectoriale ale fiecărei componente.

Puterea aparentă în fiecare latură la rîndul ei este :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} =$$

$$= \sqrt{(\sum_n U_n I_n \cos \varphi_n)^2 + (\sum_n U_n I_n \sin \varphi_n)^2 + D^2} \quad (6)$$

sau

$$S = UI.$$

În consecinţă şi pentru puterea aparentă putem vorbi de o conservare vectorială pentru întreaga reţea, în spaţiul multidimensional corespunzător.

Cînd montăm orice aparat deformant din clasa I, prin intermediul unei rezistenţe R constantă, la o sursă de tensiune sinusoidală, apare cîte o putere deformantă atît la sursă cît şi la aparatul deformant. Aceste puteri deformante, pe baza principiului de conservare mai sus expus, trebuie să fie egale între ele, ceea ce ne propunem a verifica în cele ce urmează.

Pe de altă parte am arătat deja [4] că armonicele de curent sînt datorite armonicelor de f.e.m. care apar la bornele aparatului deformant.

În aceste condiţii între sursă şi aparatul deformant avem o circulaţie de puteri active şi respectiv reactive în sens invers pe unda fundamentală şi pe armonice.

Asupra condiţiilor de funcţionare ale unei supape monofazate ca aparat deformant

Fie cazul unei supape electronice montate, prin intermediul unei rezistenţe R constante, la bornele unei tensiuni sinusoidale avînd valoarea eficace U. Am considerat aici o supapă ideală întrucît am exteriorizat şi înglobat eventuala sa rezistenţă interioară în R (fig. 1).

O astfel de supapă constituie de fapt cel mai simplu redresor. Ea poate fi privită chiar ca originea redresoarelor industriale.

În cazul acestui dispozitiv, puterea deformantă la sursa exprimată prin relaţia generală (5) se poate reduce la o expresie simplificată, ţinînd seamă că la sursă avem numai o singură undă de tensiune şi anume unda fundamentală de valoare eficace U. Modulul puterii deformante la sursă devine astfel :

$$D = U \sqrt{I_0^2 + I_2^2 + I_3^2 + \ldots I_n^2 + \ldots} = UI_d \quad (7)$$

în care prin I_d am notat reziduul deformant al curentului.

Expresia modulului puterii deformante la sursă a fost determinată de C. Crug din relaţia (6) sub forma :

$$D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}.$$

Astfel C. Crug a stabilit pe această cale că modulul puterii deformante la sursă este egal

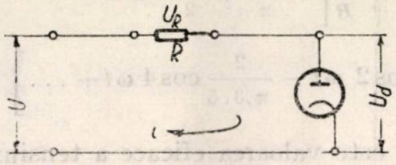


Fig. 1. Montajul unei supape electronice.

cu modulul puterii active dezvoltate la sursă, ajungîndu-se astfel la un factor de putere

$$k = \frac{P}{\sqrt{P^2 + D^2}} = \frac{P}{\sqrt{2P^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707. \quad (8)$$

Am avut ocazia a constata, mai de mult, această valoare de factor de putere pe o cale experimentală [6].

Precizăm însă, că aici este vorba de un factor de putere de natură pur deformantă, ceea ce e cu totul diferit de factorul de putere de natură reactivă. Aceste două categorii de factor de putere corespund la două fenomene fizice cu totul distincte între ele.

În rezistenţa R nu se dezvoltă nici o putere deformantă. Valorile instantanee ale tensiunii u_R la bornele rezistenţei şi ale curentului i sînt permanent proporţionale între ele, şi deci u_R şi i sînt de aceeaşi formă. Puterea deformantă în acea rezistenţă, după cum reiese din relaţia (5), este nulă, deoarece între toate undele se îndeplinesc condiţiile :

$$\left.\begin{aligned} &\frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2} = \ldots = \frac{U_m}{I_n} = \frac{U_n}{I_n} = \ldots \\ &\varphi_1 = \varphi_2 = \ldots = \varphi_m = \varphi_n = \ldots \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

La bornele supapei deformante apare o putere deformantă dedusă astfel indirect prin egalitate cu aceea de la sursă şi deci prin aplicarea principiului conservării.

Ne propunem însă a o deduce şi prin aplicarea directă a relaţiei generale (5) şi a verifica astfel, în concordanţă cu teoria fenomenelor deformante, că puterea deformantă la bornele supapei este în adevăr egală cu aceea de la sursă.

Pentru aceasta ne servim de expresiile valorilor instantanee ale tensiunii u_d şi curentului i la bornele supapei. Diagrama grafică a acestor valori instantanee este dată în fig. 2.

Aceste forme de jumătăţi de undă ne permit astfel o descompunere relativ uşoară în armo-

nice ale acelor două curbe la bornele supapei sub forma următoarelor expresii :

$$\left.\begin{aligned} u_d &= \sqrt{2}\,U\left[-\frac{1}{\pi}+\frac{1}{2}\sin\omega t+\right.\\ &\left.+\frac{2}{\pi.1.3}\cos 2\,\omega t+\frac{2}{\pi.3.5}\cos 4\,\omega t+\ldots\right]\\ i &= \sqrt{2}\,\frac{U}{R}\left[+\frac{1}{\pi}+\frac{1}{2}\sin\omega t-\right.\\ &\left.-\frac{2}{\pi.1.3}\cos 2\,\omega t-\frac{2}{\pi.3.5}\cos 4\,\omega t+\ldots\right] \end{aligned}\right\} \quad (10)$$

în care U este valoarea eficace a tensiunii sinusoidale la sursă, iar R valoarea constantă a

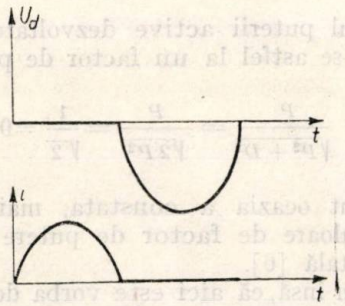


Fig. 2. Diagrama valorilor instantanee ale tensiunii şi curentului la bornele supapei.

rezistenţei între sursă şi aparat. Valoarea instantanee a tensiunii la sursă este $u = \sqrt{2}\,U \sin\omega t$.

Verificăm, în prealabil, că valoarea eficace a tensiunii pe unda fundamentală la aparatul deformant este :

$$U - R\,.\,I_1 = U - R\left(\frac{1}{2}\frac{U}{R}\right) = \frac{1}{2}U \quad (11)$$

adică tocmai valoarea care reiese din expresia lui u_d (relaţia 10). Prezenţa termenului continuu al curentului $I_0 = \frac{\sqrt{2}U}{\pi R}$ ne scoate în evidenţă caracterul de redresor al supapei. Calculăm astfel puterea deformantă la aparatul deformant prin aplicarea relaţiei generale (5) şi ţinînd seamă de descompunerea în armonice (relaţiile 10).

În expresia puterii deformante (5), intervin patru tipuri de grupe de unde m n şi anume :

Grupa 1. Unda fundamentală şi o undă de un ordin oarecare n.

Valorile eficace de tensiune sînt pe unda fundamentală $U_1 = \frac{1}{2}\,U$, iar pe o armonică oarecare n (totdeauna pară)

$$U_n = RI_n = \frac{2}{\pi(n-1)(n+1)}\,.\,U$$

Valorile eficace de curent pe aceleaşi unde sînt :

$$I_1 = \frac{1}{2}\frac{U}{R} \text{ şi } I_n = \frac{U_n}{R} = \frac{2}{\pi(n-1)(n+1)}\cdot\frac{U}{R}\,.$$

Unghiurile de defazaj $\varphi_1 = 0$; $\varphi_n = \pi$; $\cos(\varphi_1 - \varphi_n) = -1$. Patratul puterii deformante elementare de ordin $1-n$ ţinînd seama de relaţia (4) devine astfel :

$$D_{1-n}^2 = U_1^2 I_n^2 + U_n^2 I_1^2 - 2\,U_1 U_n I_1 I_n \cos(\varphi_1 - \varphi_n)$$

$$D_{1-n}^2 = \left(\frac{1}{2}U\right)^2 I_n^2 + (RI_n)^2\left(\frac{1}{2}\frac{U}{R}\right)^2 -$$

$$-2\left(\frac{1}{2}U\right)RI_n\cdot\frac{1}{2}\frac{U}{R}I_n\,.\,(-1)$$

$$D_{1-n}^2 = \frac{1}{4}U^2 I_n^2 + \frac{1}{4}U^2 I_n^2 + \frac{1}{2}U^2 I_n^2 = U^2 I_n^2 \quad (12)$$

Grupa 2. Unda fundamentală şi termenii constanţi U_0 şi I_0 nesinusoidali, avînd valorile eficace :

$$U_1 = \frac{1}{2}U\,;\; I_1 = \frac{1}{2}\frac{U}{R}\;;\; U_0 = RI_0\,;\; I_0 = \frac{\sqrt{2}\,U}{\pi R}\,;$$

$$\varphi_1 = 0\,;\quad \varphi_0 = \pi\,;\quad \cos(\varphi_1 - \varphi_0) = -1.$$

Prin aceasta am asimilat termenii constanţi cu termenii sinusoidali de pulsaţie nulă, însă de semn contrar, şi deci, în opoziţie între ei ($\varphi_0 = \pi$).

Pătratul puterii deformante D_{1-0}, prin analogie cu cazul precedent devine :

$$D_{1-0}^2 = \left(\frac{1}{2}U\right)^2 I^2 + (RI_0)^2\left(\frac{1}{2}\frac{U}{R}\right)^2 -$$

$$-2\left(\frac{1}{2}U\right)RI_0\cdot\frac{1}{2}\frac{U}{R}I_0(-1) \quad (13)$$

$$D_{1-0}^2 = \frac{1}{4}U^2 I_0^2 + \frac{1}{4}U^2 I_0^2 + \frac{1}{2}U^2 I_0^2 = U^2 I_0^2$$

Grupa 3. Două armonice de ordinul $n-m$ cu valorile eficace

$$U_n = RI_n\,;\; U_m = R\,.\,I_m\,;\; I_n\,;\; I_m$$

$$\varphi_n = \pi\,;\quad \varphi_m = \pi\,;\quad \cos(\varphi_n - \varphi_m) = 1$$

Pătratul valorii eficace D_{n-m} devine

$$\left.\begin{aligned} D_{n-m}^2 &= (RI_n)^2 I_m^2 +\\ &+(RI_m)^2 I_n^2 - 2\,RI_n\,.\,RI_m\,.\,I_n\,.\,I_m\\ D_{n-m}^2 &= 0 \end{aligned}\right\} \quad (14)$$

Grupa 4. O armonică oarecare de ordinul n şi termenii constanţi continui.

Prin analogie cu cele expuse la grupele 2 şi 3 găsim

$$D_{n-0}^2 = 0. \tag{15}$$

Făcînd suma tuturor termenilor corespunzători celor 4 grupe, găsim că pătratul puterii deformante totale la bornele supape potrivit relaţiei (5) este

$$\left.\begin{aligned} D^2 &= U^2[I_0^2 + I_2^2 + I_4^2 + \ldots] = U^2 I_d^2 \\ \text{şi deci} \\ D &= UI_d. \end{aligned}\right\} \tag{16}$$

Regăsim deci tocmai puterea deformantă la sursă, conform relaţiei (7) şi deci egalitatea între puterile deformante la sursă şi la bornele supapei în concordanţă cu aplicarea principiului conservării la acest caz particular.

Observăm de asemenea că în componenţa reziduului deformant intervin, în cazul de care ne ocupăm, numai termeni pari ai armonicelor de curent conform relaţiilor (10) inclusiv termenul I_0.

Verificări diverse privitoare la funcţionarea unei supape

a) Ecuaţiile (10) ne arată că toţi termenii tensiunii şi curentului sînt în fază. Deci supapa primeşte, iar sursa debitează o putere reactivă nulă

$$Q = \sum_n U_n I_n \sin \varphi_n = 0. \tag{17}$$

b) Puterea primită de supapă pe unda fundamentală $P_1 = \frac{U^2}{4R}$ este pozitivă. În schimb însă pe toate armonicele, cît şi prin termenii constanţi de tensiune şi curenţi, puterile primite de supapă sînt negative.

Supapa de orice categorie ar fi, ca şi orice aparat deformant din clasa I este receptoare pe unda fundamentală şi generatoare pe toţi ceilalţi termeni.

Se verifică astfel circulaţia de putere activă prin rezistenţa R în sens invers pe unda fundamentală şi pe armonice [4].

c) Constatările de la punctele precedente ne scot în evidenţă că atît prezenţa armonicelor cît şi termenul constant de curent se datoresc unor armonice şi unui termen constant de f. e. m. care îşi au sediul în supapa deformantă, pe cînd unda fundamentală este datorită tensiunii sinusoidale a sursei la care e racordată supapa.

Cazul supapei racordată la sursă prin intermediul unei linii inductive

În acest caz intervin fenomene noi, care amplifică în oarecare măsură funcţionarea întregului sistem. Linia prin care este alimentată supapa este de data aceasta echivalentă cu o rezistenţă R în serie cu o inductanţă L, ambele constante. Şi de data aceasta curentul şi tensiunea la supapa deformantă sînt nesinusoidali.

Expresiile atît ale tensiunilor cît şi ale curentului au forma generală :

$$\left.\begin{aligned} &\text{Tensiunea la sursă} \\ &u = \sqrt{2}\, U \sin(\omega t - \alpha) \\ &\text{Tensiunea la supapă} \\ &u = U_0 + \sqrt{2} \sum_n U_n \sin(n\,\omega t - \alpha_n) \\ &\text{Curentul} \\ &i = I_0 + \sqrt{2} \sum_n I_n \sin(n\,\omega t - \beta_n) \end{aligned}\right\} \tag{18}$$

De data aceasta, componentele tensiunilor şi curentului nu mai sînt în fază din cauza prezenţei inductanţei L.

Principiul de conservare ne permite a scrie următoarele relaţii :

Conservarea puterii active pe unda fundamentală :

$$UI_1 \cos(\beta_1 - \alpha) = RI_1^2 + U_1 I_1 \cos(\beta_1 - \alpha_1). \tag{19}$$

Conservarea puterii active pe fiecare undă de armonice şi a termenilor constanţi :

$$\left.\begin{aligned} 0 &= RI_n^2 + U_n I_n \cos(\beta_n - \alpha_n) \\ 0 &= RI_0^2 + U_0 I_0 \end{aligned}\right\} \tag{20}$$

Conservarea puterii reactive pe unda fundamentală :

$$UI_1 \sin(\beta_1 - \alpha) = L\,\omega\, I_1^2 + U_1 I_1 \sin(\beta_1 - \alpha_1). \tag{21}$$

Conservarea puterii reactive pe fiecare undă de armonice :

$$0 = Ln\omega\, I_n^2 + U_n I_n \sin(\beta_n - \alpha_n). \tag{22}$$

Conservarea de puteri deformante elementare pentru fiecare grup de unde $1-n$, format din unda fundamentală şi de o armonică de ordin n [2], [7] :

$$\left.\begin{aligned} &UI_n \cos(\alpha + \beta_n) + (1-n)\, L\omega I_1 I_n \cos\left(\beta_1 + \beta_n - \frac{\pi}{2}\right) + U_1 I_n \cos(\alpha_1 + \beta_n) - U_n I_1 \cos(\alpha_n + \beta_1) = 0 \\ &UI_n \sin(\alpha + \beta_n) + (1-n) L\,\omega\, I_1 I_n \sin\left(\beta_1 + \beta_n - \frac{\pi}{2}\right) + U_1 I_n \sin(\alpha_1 + \beta_n) - U_n I_1 \sin(\alpha_n + \beta_1) = 0 \end{aligned}\right\} \tag{23}$$

Conservarea de puteri deformante elementare pentru fiecare grup de termeni de ordin $n-m$:

$$\left.\begin{aligned} &(n-m)\, L\omega I_n I_m \cos\left(\beta_n + \beta_m - \frac{\pi}{2}\right) + U_n I_m \cos(\alpha_n + \beta_m) - U_m I_n \cos(\alpha_m + \beta_n) = 0 \\ &(n-m)\, L\,\omega\, I_n I_m \sin\left(\beta_n + \beta_m - \frac{\pi}{2}\right) + U_n I_m \sin(\alpha_n + \beta_m) - U_m I_n \sin(\alpha_m + \beta_n) = 0 \end{aligned}\right\} \tag{24}$$

Din relaţiile precedente se desprind următoarele cîteva constatări mai importante :

a) Întrucît în relaţiile (20) şi (22) termenii RI_n^2 şi $Ln\omega I_n^2$ sînt totdeauna pozitivi reiese că puterile active şi reactive absorbite pe toate armonicele de supapa deformantă trebuie să fie negative. Supapa deformantă este deci generatoare pe toate armonicele atît de puteri active cît şi reactive. Unghiurile $(\beta_n - \alpha_n)$ pe toate armonicele trebuie să fie în cuadrantul III trigonometric .Situaţia e oarecum analogă cu aceea din cazul precedent cînd linia era formată numai dintr-o rezistenţă neinductivă, cu diferenţa că în acea situaţie U_n şi I_n erau chiar în opoziţie $(\beta_n - \alpha_n) = \pi$.

b) După cum reiese din a doua relaţie (20) termenii constanţi de tensiune şi de curent la supapa deformantă U_0 şi I_0 trebuie să fie de semn invers şi deci în opoziţie.

c) Din punctele *a* şi *b* de mai sus reiese că puterile active pe armonice şi pe termeni continuu circulă de la supapă spre sursă, adică în sens invers faţă de circulaţia de putere activă pe unda fundamentală.

Aceeaşi circulaţie în sens invers pe armonice şi unda fundamentală o constatăm şi la puterea reactivă.

d) Suprapunerea relaţiilor (19) şi (20) pentru toate undele ne conduce la conservarea algebrică a puterii active totale între sursă şi bornele de intrare ale supapei. Aceste puteri active totale se compun din :

Puterea activă *produsă* de sursă :

$$UI_1 \cos(\beta_1 - \alpha).$$

Puterea activă *primită* de rezistenţa R :

$$R(I_0^2 + I_1^2 + \ldots + I_n^2 \ldots) = RI^2.$$

Puterea activă *la bornele supapei*, care la rîndul ei se compune din puterea activă *primită* de supapa $UI_1 \cos(\beta_1 - \alpha_1)$ şi puterea activă *transmisă* de supapă şi deci de sens invers

$$U_0 I_0 + \sum_2^n U_n I_n \cos(\beta_n - \alpha_n).$$

Conservarea puterii active subsistă şi în interiorul supapei.

e) De asemenea suprapunerea relaţiilor (21) şi (22) relevă conservarea algebrică a puterii reactive totale pe linie între sursă şi bornele de intrare ale supapei.

Aceste puteri reactive totale se compun din :

Puterea reactivă *produsă* de sursă pe unda fundamentală

$$UI_1 \sin(\beta_1 - \alpha) = 2\,\omega\, W$$

unde W este valoarea medie a energiei magnetice transmisă de sursă în linie. Puterea reactivă *primită* de inductanţă L

$$\sum_1^n Ln\omega I_n^2 = 2\omega \sum_1^n \frac{1}{2} n L I_n^2 = \sum_1^n 2n\omega\, W_n$$

unde W_n este valoarea medie a energiei magnetice primită de inductanţă pe fiecare undă n inclusiv $n = 1$.

Puterea reactivă *la bornele supapei* care la rîndul ei se compune din puterea reactivă *primită* de supapa pe unda fundamentală :

$$U_1 I_1 \sin(\beta_1 - \alpha_1) = 2\,\omega\, W_1$$

şi puterea reactivă *transmisă* de supapă pe linie, şi deci de sens invers

$$\sum_2^n U_n I_n \sin(\beta_n - \alpha_n)$$

în care $n > 1$. În interiorul supapei subsistă conservarea energiei magnetice medii.

f) Inductanţa L constituie un aparat reactiv dar şi deformant în acelaşi timp. E vorba de data aceasta de un aparat deformant de clasa II, care are această proprietate numai cînd e străbătut de un curent nesinusoidal sau cînd e aplicat la o tensiune nesinusoidală.

Puterea deformantă la bornele inductanţei L datorită grupului a două armonice de ordin $m-n$ în concordanţă cu relaţiile (3) şi (24) se exprimă în acest caz prin vectorul de putere :

$$\overline{D}_{nm} = (n - m)\, L\omega\, I_n I_m \Big| \beta_n + \beta_m - \frac{\pi}{2} \qquad (25)$$

a cărui modul este

$$D_{nm} = (n - m)\, .\, L\,\omega\, I_n\, .\, I_m \qquad (26)$$

avînd ca modul total pentru toate grupele de armonice :

$$D_i = \sqrt{\sum_{m,n} [(n - m)\, L\,\omega\, I_n I_m]^2}. \qquad (27)$$

g) De data aceasta avem pe linie trei puteri deformante şi anume :

Puterea deformantă la sursă a cărui modul conform relaţiei (7) este

$$D_s = UI_d.$$

Puterea deformantă la bornele inductanţei avînd valoarea dată prin relaţia (27).

Puterea deformantă la supapa a cărui modul D este definit prin relaţia (5).

Aceste puteri deformante se conservă însă vectorial. Vectorii lor constituie laturile unui triunghi avînd modulele D_s, D_i, D mai sus menţionate.

h) În cazul cînd manifestările de natură capacitivă ale circuitului prin care este alimentată supapa nu sînt neglijabile se pot introduce în expresiile corespunzătoare şi efectele reactive şi deformante provocate de capacităţile respective.

Redresoarele în regim polifazat

Supapele electronice constituie baza teoretică şi practică a construcţiei şi funcţionării redresoarelor şi mutatoarelor industriale. De exemplu un redresor cu vapori de mercur este echivalent cu un sistem de supape electronice montate în stea constituind un sistem polifazat (bifazat, trifazat, hexafazat, dodecafazat) legat la reţeaua de alimentare prin intermediul unui transformator [9].

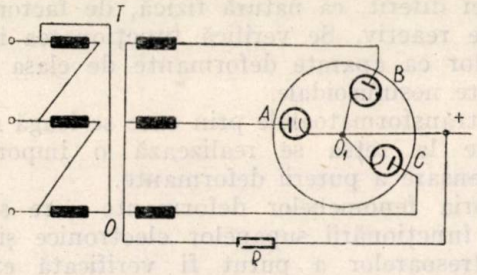


Fig. 3. Montajul unui redresor trifazat.

Fie, de exemplu, cazul unui redresor trifazat montat la o reţea tot trifazată prin intermediul unui transformator.

Redăm în fig. 3, schema de principiu a acestui montaj.

Curentul redresat, constînd dintr-un curent continuu pe care e suprapus un curent ondulator de mică valoare se localizează pe latura $O\ O_1$. Acesta e curentul pe care îl folosim drept curent continuu rezultînd din operaţia de redresare.

Fiecare supapă echivalentă A, B, C, este alimentată printr-un curent de anodă deformat, analog cu acela al unei supape monofazate şi care ar avea aproximativ forma din fig. 4,

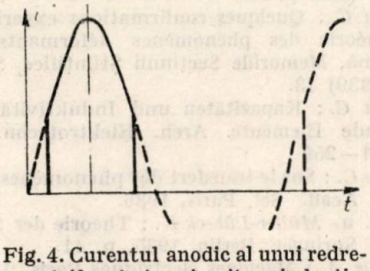


Fig. 4. Curentul anodic al unui redresor trifazat în circuit neinductiv.

atunci cînd putem admite cu suficientă aproximaţie că inductanţa circuitului anodic este neglijabilă faţă de rezistenţa echivalentă a întregului circuit incluzînd şi firul de întoarcere $O\ O_1$.

Inductanţa circuitului se reduce de altfel, de obicei, numai la inductanţa de pierderi ale secundarului transformatorului T.

Circuitele anodice ale supapelor echivalente sînt alimentate de secundarul transformatorului T montat pe secundar în stea cu fir neutru. Primarul transformatorului T este de obicei montat în triunghi, conform schemei din figură.

Se poate adopta un montaj în stea şi pe primar, cînd consideraţiile de deformare ale curentului permit. Secundarul transformatorului T poate fi adaptat şi la o alimentare a redresorului propriu zis în regim hexafazat sau dodecafazat. Primarul transformatorului T este totdeauna alimentat în trifazat de reţeaua respectivă.

Secundarul transformatorului T dezvoltă pe fiecare fază o importantă putere deformantă cerută de supapele echivalente anodice. Am avut ocazia a arăta însă că printr-o alimentare trifazată a unui sistem deformant o parte din puterile deformante elementare pe faze se compensează reciproc, aşa încît puterea deformantă totală dezvoltată pe primarul transformatorului T este mult mai redusă decît puterile deformante totale pe reţeaua secundară a transformatorului T [1], [8], [10].

Apare astfel că transformatorul T are principial un triplu rol şi anume : de a reduce tensiunea liniei de alimentare ; de a permite funcţionarea redresorului propriu zis în regim multifazat (hexafazat, dodecafazat) ; de a realiza compensarea parţială a puterii deformante.

S-a putut astfel stabili în cazul unui redresor, tip trifazat, prin aplicarea teoriei fenomenelor deformante cîteva importante constatări [10] şi anume :

$$\left.\begin{aligned} &\text{Puterea deformantă pe secundar :}\\ &\qquad D'' = 1{,}09\ P\\ &\text{Factor de putere pe fază secundară :}\\ &\qquad k'' = 0{,}676\\ &\text{Putere deformantă pe primar :}\\ &\qquad D' = 0{,}681\ P\\ &\text{Factor de putere pe fază primară :}\\ &\qquad k' = 0{,}827 \end{aligned}\right\} \quad (29)$$

Observăm, că prin operaţia de compensare mai sus menţionată puterea deformantă absorbită pe primar este redusă cu :

$$100\ \frac{1{,}09 - 0{,}681}{1{,}09} = 37{,}4\ \%$$

faţă de secundar, iar factorul de putere este îmbunătăţit între secundar şi primar cu

$$100\ .\ \frac{0{,}827 - 0{,}676}{0{,}827} = 18{,}3\ \%\ .$$

Precizăm că factorii de putere mai sus indicaţi sînt de natură deformantă, deci de altă natură fizică, decît aceia datoriţi fenomenului reactiv de defazaj. Prin puterea P la care am raportat puterile deformante D' şi D'' am notat puterea activă atît pe primar cît şi pe secundar, neglijîndu-se astfel, în acest caz, într-o primă aproximaţie, pierderile în transformator.

În cele anterioare am considerat circuitele anodice neînductive. În practică sînt situaţii cînd această aproximaţie nu o mai putem face. În acest caz forma curenţilor anodici se modifică în oarecare măsură şi însăşi puterea deformantă se majorează prin efectele deformante ale inductanţelor.

Redresoarele, în montaj hexafazat realizează o mai bună redresare şi chiar o mai importantă compensare a puterii deformante, între secundar şi primar ajungîndu-se astfel în reţeaua primară trifazată de alimentare la o proporţie de putere deformantă mult mai redusă şi deci la factori de putere mai buni, chiar de ordinul 0,95. Este un interesant exemplu prin care se relevă că factorul de putere nu constituie un element determinant spre a caracteriza nici fenomenele deformante nici cele reactive. Numai puterile propriu-zise deformante şi reactive pot caracteriza acele fenomene.

Prezenţa unui important număr de redresoare de mare putere, chiar hexafazate, pe o reţea poate conduce la importante manifestări deformante în întreaga reţea, mai ales cînd aceste manifestări sînt amplificate prin prezenţa capacităţilor liniei, care la rîndul lor încep a funcţiona ca aparate deformante de ordinul II. Este cazul prezenţei redresoarelor de mare putere în aplicaţiile de tracţiune electrică. Astfel pe o mare reţea europeană de acest gen s-au constatat coeficienţi de distorsiune pentru tensiuni de peste 8%, iar pentru curent mergînd pînă la 38% şi o putere deformantă dezvoltată de ordinul de 460 kVad.

Conferinţa internaţională a marilor reţele electrice s-a sezisat de aceste situaţii, instituind comitete respective de studii ale acestor fenomene.

Problema îşi are importanţa ei întrucît prezenţa fenomenelor deformante într-o reţea este susceptibilă de a provoca multiple prejudicii.

Concluzii

Orice aparat de categoria supapelor şi deci inclusiv o supapă electronică constituie un aparat deformant.

Redresoarele şi mutatoarele prezintă o extindere în practica industrială a aplicării principiului supapelor electronice. Tuturor acestor aparate se aplică astfel teoria fenomenelor deformante [5], [9], [10].

Prin aplicarea acestei teorii se verifică corelaţia între puterile deformante la sursă şi acele de la bornele supapelor deformante alimentate de acele surse. Se verifică de asemenea că între sursă şi aparatele deformante avem o circulaţie de putere activă în sens invers pe unda fundamentală faţă de celelalte unde, inclusiv termenul constant.

Factorul de putere este de natură deformantă şi deci diferit, ca natură fizică, de factorul de putere reactiv. Se verifică funcţionarea inductanţelor ca aparate deformante de clasa II în circuite nesinusoidale.

În transformatoarele prin care se leagă redresoarele la reţea se realizează o importantă compensare a puterii deformante.

Teoria fenomenelor deformante care stă la baza funcţionării supapelor electronice şi deci a redresoarelor a putut fi verificată experimental [6].

În general, teoria fenomenelor deformante ne permite adîncirea studiului circuitelor conţinînd supape electronice cum şi a funcţionării redresoarelor ca şi a oricărui aparat deformant.

Bibliografie

[1] *Budeanu C.*: Puissances réactives et fictives. Institutul romîn de energie I. R. E. Bucureşti, 1927.
[2] *Budeanu C.*: Quelques considerations sur le rôle physique des puissances instantanées. Bulletin de Matématique et de Physique pure et appliquées de l'école Polytechnique de Bucarest **1** (1929) 1, 53—64.
[3] *Budeanu C.*: Aspecte tehnice ale fenomenelor reactive şi deformante, Electricitatea **2** (1951) 2 şi 3, 13 — 19, 6—11
[4] *Budeanu C.*: Sur le fonctionnement d'un appareil déformant. C.R. Acad. Sci, Paris. 1934 p 1598
[5] *Crug C. A.*: Osnovi elektrotehniki Gosenergoizat, Moscova, 1952. p. 213.
[6] *Budeanu C.*: Quelques confirmations experimentales de la théorie des phénomènes déformants. Academia Romînă, Memoriile Secţiunii Ştiinţifice, Seria III. **14** (1939) 13.
[7] *Budeanu C.*: Kapazitäten und Induktivitäten als verzerrende Elemente. Arch. Elektrotechn. **32** (1938) 4, 251—259
[8] *Budeanu C.*: Sur le transfert des phénomènes déformants. C. R. Acad. Sci, Paris, 1936.
[9] *Glaser A.* u. *Müller-Lübeck K.*: Theorie der Stromrichter Iulius Springer, Berlin, 1935, p. 41.
[10] *Mauduit A.*: Machines électriques Paris, 1931, XI, p. 1572, 1575, 1660,

Intrat în redacţie la 11. IV. 1958

Analizor armonic

(Lucrare prezentată la Conferința Electricienilor din R.P.R.)

OVIDIU CENTEA și *VIOREL MICLOȘI* — Timișoara *)

Studiul fenomenelor deformante necesită analiza armonică a curbelor de tensiune și curent. Metodele de analiză armonică grafice sau analitice sînt în general laborioase și uneori nu conduc la rezultate suficient de precise. De aceea în ultimul timp se recurge la aparate analizoare special construite. Un asemenea aparat de concepție originală este prezentat de autorii lucrării.

CZ 621.317.757

1. În practica zilnică a inginerului electrician sau neelectrician, apar adesea probleme care necesită descompunerea în funcțiuni armonice a curbelor periodice ridicate experimental. Dezvoltarea în serie Fourier a curbelor periodice se

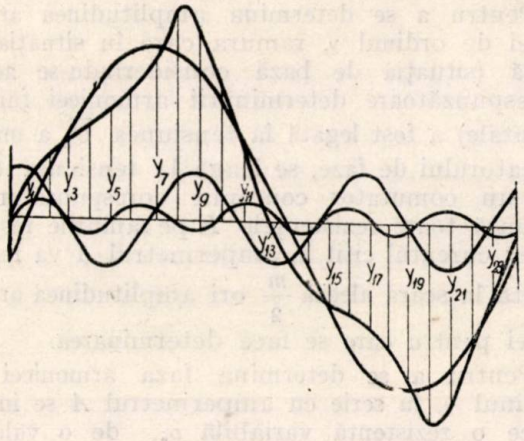


Fig. 1. Împărțirea în intervale echidistante a graficului funcțiunii analizate.

face simplu, în cazurile în care este dată expresia analitică a lor (triunghi, trapez, sinusoidă comutată etc.); în cazul frecvent, al curbelor ridicate experimental, expresia analitică lipsește și este necesar ca amplitudinea și faza armonicelor de diferite ordine să se calculeze cu relații aproximative.

Literatura tehnică de specialitate [1] este bogată în metode analitice sau grafice cu ajutorul cărora problema poate fi rezolvată cu o aproximație teoretic oricît de bună. Principiul tuturor acestor metode este același: integralele care dau valoarea amplitudinilor armonicelor de diferite ordine sînt înlocuite prin sume. Aceste sume pot fi efectuate analitic sau grafic. Metodele analitice duc la rezultate mai exacte, însă necesită calcule laborioase; metodele grafice dimpotrivă, sînt mai simplu de aplicat, în schimb rezultatele sînt afectate de erorile proprii metodelor grafice.

Analizorul prezentat înlocuiește calculele necesare determinării amplitudinii și fazei armonicelor de diferite ordine ale unei curbe periodice date grafic, printr-o metodă de măsurare electrică. În esență, acest aparat reproduce electric calculele ce trebuie efectuate după metoda grafică propusă de Roth.

2. Pentru a se putea înțelege funcționarea analizorului propus, este necesar să se expună pe scurt în ce constă metoda lui Roth.

După această metodă, perioada funcțiunii se împarte în m părți egale (de exemplu $m = 24$). Se măsoară ordonatele y_0, y_1, y_2 ... y_{m-1} (fig. 1). Amplitudinea armonicei de ordinul ν se determină în modul următor: dintr-un centru oarecare se duc m raze care fac între ele unghiul $\frac{2\pi}{m}$ (fig. 2). Cele m ordonate y_0, y_1, y_2 ... y_{m-1} se trasează pe cele m raze ale stelei astfel încît să formeze unghiurile $0, \frac{2\pi}{m}\nu, \frac{2\pi}{m}\cdot 2\nu \ldots \frac{2\pi}{m}(m-1)\nu$. Evident că la așezarea ordonatelor y pe razele stelei este necesar să se țină seamă de semnul acestor ordonate.

Segmentele obținute pe raze se adună geometric, iar suma geometrică împărțită prin $\frac{m}{2}$ repre-

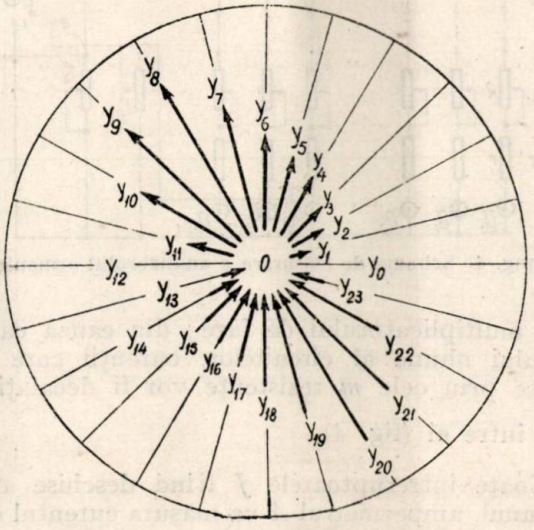


Fig. 2. Așezarea ordonatelor.

zintă la scara corespunzătoare amplitudinea armonicei de ordinul ν; unghiul format de direcția rezultantei cu o axă perpendiculară pe axa de origine reprezintă faza armonicei respective.

În fig. 3 este reprezentată construcția grafică a armonicei de ordinul întîi pentru curba din fig. 1.

Demonstrația matematică a metodei este cunoscută [1] și nu se va insista asupra ei. În schimb, trebuie observat că, dacă se cere determinare

*) Ing. O. Centea este șef de lucrări la Inst. Politehnic din Timișoara.

Ing. V. Micloși este cercetător la Baza de cercetări a Acad. R.P.R. din Timișoara.

În fig. 3 este reprezentată construcţia grafică a armonicei de ordinul întîi pentru curba din fig. 1.

Demonstraţia matematică a metodei este cunoscută [1] şi nu se va insista asupra ei. În schimb, trebuie observat că, dacă se cere determinarea parametrilor a s armonice de diferite ordine, este necesară construirea a s stele ca în fig. 2, ceea ce îngreuiază construcţia.

Fig. 3. Ilustrare la metoda Roth.

După altă variantă [2], cele m ordonate se adună în ordinea lor, ceea ce scuteşte de munca construirii celor s stele, în schimb construcţia grafică este mai complicată şi introduce erori mai mari.

3. Analizorul armonic propus se compune din două părţi principale: a — multiplicatorul de faze şi b — schema de măsurare.

Multiplicatorul de faze constă dintr-un dispozitiv capabil să furnizeze m tensiuni sinusoidale, egale în valoare eficace şi defazate cu $\frac{2\pi}{m}$ între ele, care alimentează schema de măsurare.

3. a. Schema de măsurare se compune din m rezistenţe R alimentate de la cele m tensiun

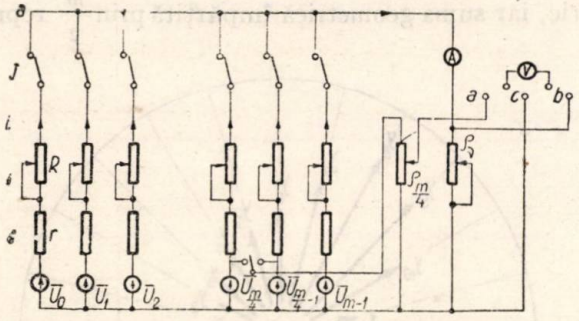


Fig. 4. Schema de măsurare a analizorului armonic.

ale multiplicatorului de faze; din cauza caracterului ohmic al circuitelor, curenţii care vor trece prin cele m rezistenţe vor fi decalaţi cu $\frac{2\pi}{m}$ între ei (fig. 4).

Toate întreruptoarele J fiind deschise afară de unul, ampermetrul A va măsura curentul care trece prin rezistenţa fazei corespunzătoare. Intensitatea acestui curent poate fi reglată cu ajutorul rezistenţei R, care este variabilă.

Presupunem că trebuie determinată amplitudinea armonicei fundamentale a curbei din fig. 1. Pentru aceasta se închid pe rînd întreruptoarele J şi se reglează rezistenţele R în aşa fel, încît pe faza 0 să treacă un curent proporţional cu y_0, pe faza 1 să treacă un curent proporţional cu y_1, ... pe faza $(m-1)$ să treacă un curent proporţional cu y_{m-1}. Toate întreruptoarele J fiind închise după terminarea reglării curenţilor pe faze, ampermetrul A va măsura suma acestor curenţi. Curenţii pe ramuri fiind proporţionali cu ordonatele y corespunzătoare şi fiind decalaţi cu $\frac{2\pi}{m}$ între ei, curentul rezultant măsurat de ampermetrul A va reprezenta de $\frac{m}{2}$ ori amplitudinea armonicei fundamentale, de unde se poate deduce amplitudinea ei.

Desigur, pentru a se ţine seama de semnul ordonatei y_k, ramura k trebuie alimentată fie de la tensiunea $\overline{U}_k$ (dacă $y_k > 0$), fie de la tensiunea $\overline{U}_{k \pm \frac{m}{2}}$ (dacă $y_k < 0$).

Pentru a se determina amplitudinea armonicei de ordinul ν, ramura care în situaţia de bază (situaţia de bază considerîndu-se aceea corespunzătoare determinării armonicei fundamentale) a fost legată la tensiunea $\overline{U}_k$ a multiplicatorului de faze, se leagă la tensiunea $\overline{U}_{\nu k}$; cu un comutator conceput corespunzător se comută toate rezistenţele R pe ramurile respective; curentul citit la ampermetrul A va reprezenta la scara aleasă $\frac{m}{2}$ ori amplitudinea armonicei pentru care se face determinarea.

Pentru a se determina faza armonicei de ordinul ν, în serie cu ampermetrul A se introduce o rezistenţă variabilă ρ_φ, de o valoare suficient de mică pentru a nu introduce erori prea mari. Schema de măsurare fiind potrivită pentru determinarea parametrilor armonicei de ordinul ν, se reglează rezistenţa ρ_φ pînă la o valoare pentru care căderea de tensiune pe această rezistenţă are o valoare ΔU_r, ce poate fi măsurată între punctele b şi c (fig. 4).

Pe de altă parte se observă că axa de referinţă a sistemului din fig. 4 s-a ales în fază cu $\overline{U}_0$. $\overline{U}_{\frac{m}{4}}$ fiind o tensiune decalată cu $\frac{\pi}{2}$ faţă de $\overline{U}_0$. se alimentează de la tensiunea $\overline{U}_{\frac{m}{4}}$ rezistenţa variabilă $\rho_{\frac{m}{4}}$; de pe această rezistenţă se ia o cădere de tensiune $\Delta U_{\frac{m}{4}}$ care poate fi măsurată între punctele a şi c, $\Delta\overline{U}_{\frac{m}{4}}$ fiind în fază cu $\overline{U}_{\frac{m}{4}}$. Cursorul rezistenţei $\rho_{\frac{m}{4}}$ se deplasează pînă cînd $\Delta U_{\frac{m}{4}} = \Delta U_r$. În această situaţie tensiunile $\Delta\overline{U}_{\frac{m}{4}}$ şi $\Delta\overline{U}_r$ au poziţia din fig. 5.

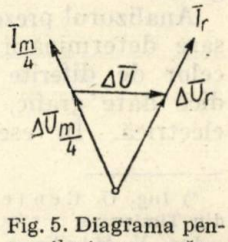


Fig. 5. Diagrama pentru ilustrarea măsurării defazajului.

Curenţii sînt în fază cu căderile de tensiune respective, deci unghiul dintre $\Delta\overline{U}_{\frac{m}{4}}$ şi $\Delta\overline{U}_r$ va reprezenta totodată şi faza armonicei de ordinul ν.

Tensiunea măsurată între a și b este ΔU; din fig. 5 se vede că:

$$|\Psi_0| = 2 \arcsin \frac{\Delta U}{2 \cdot \Delta U_{\frac{m}{4}}},$$

prin urmare măsurînd la bornele $a-c$ (și $b-c$) aceeași tensiune $\Delta U_{\frac{m}{4}}$ iar la bornele $a-b$ tensiunea ΔU, se poate determina valoarea absolută a unghiului de defazaj. Uneori din alura curbei

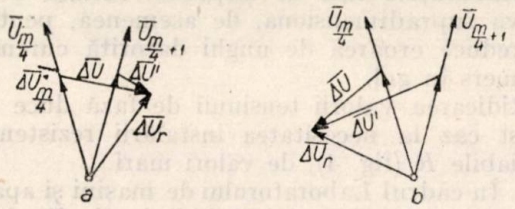


Fig. 6. Diagrame pentru ilustrarea determinării semnului defazajului.

se poate găsi și semnul defazajului; dacă este necesar, semnul defazajului poate fi determinat și în analizor în felul următor: rezistența $\rho_{\frac{m}{4}}$ nu se alimentează de la tensiunea $\overline{U}_{\frac{m}{4}}$ ci de la tensiunea $\overline{U}_{\frac{m}{4}+1}$ și se măsoară între bornele a și b tensiunea $\Delta U'$; dacă $\Delta U' < \Delta U$, înseamnă că $\Delta \overline{U}_r$ este mai aproape de $\overline{U}_{\frac{m}{4}+1}$ decît de $\overline{U}_{\frac{m}{4}}$ (fig. 6, a); dacă $\Delta U' > \Delta U$, atunci $\Delta \overline{U}_r$ este mai aproape de $\overline{U}_{\frac{m}{4}}$ decît de $\overline{U}_{\frac{m}{4}+1}$ (fig. 6, b).

3. b. Multiplicatorul de faze al analizorului armonic poate fi alimentat de la o sursă monofazată sau de la una trifazată.

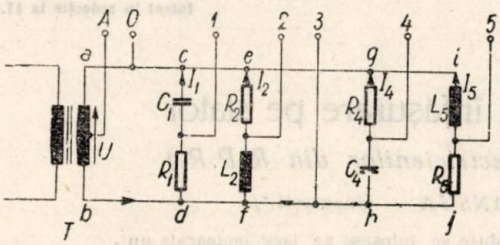


Fig. 7. Multiplicatorul de faze.

În cazul alimentării monofazate, multiplicatorul de faze se compune dintr-un transformator monofazat (în general coborîtor), care alimentează un număr de m punți de fază. În fig. 7 este reprezentată schema multiplicatorului de faze pentru obținerea a $m = 6$ tensiuni decalate cu $\frac{2\pi}{6}$ radiani. Dacă $\overline{U}$ este tensiunea secundară a transformatorului T și A este o priză la mijlocul înfășurării secundare, atunci

$$\overline{U}_{A0} = \frac{\overline{U}}{2}.$$

Curentul care trece prin circuitul $acdb$ este defazat înaintea tensiunii $\overline{U}$ din cauza reactanței capacitive din circuit (fig. 8, a). Căderea de tensiune pe capacitate va fi în cuadratură față de căderea de tensiune pe rezistență; întrucît suma lor $\overline{U}$ este constantă, locul geometric al

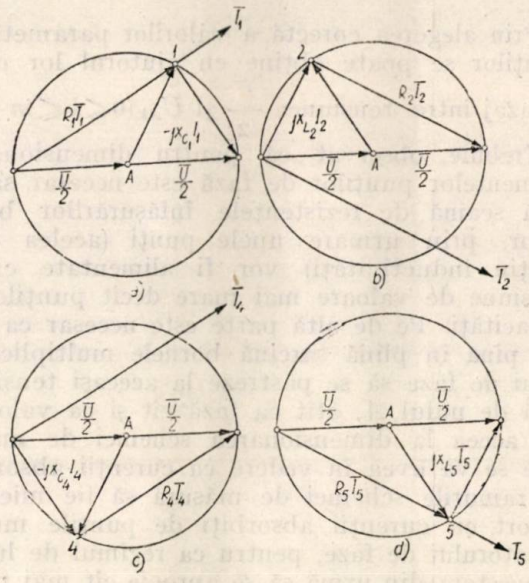


Fig. 8. Diagrame pentru ilustrea funcționării multiplicatorului de faze.

punctului 1 va fi un cerc de diametru U.

Tensiunea $\overline{U}_{A1}$ este:

$$\overline{U}_{A1} = -\frac{\overline{U}}{2} + R_1 \cdot \overline{I}_1,$$

iar din fig. 8, a se observă că $\overline{U}_{A1}$ în valoare este egală cu $\frac{\overline{U}}{2}$, însă defazată înaintea acestei tensiuni cu un unghi funcție de raportul $\frac{X_{C_1}}{R}$. $\left(X_{C_1} = \frac{1}{\omega C_1}\right)$

Curentul care trece prin circuitul $aefb$ este defazat în urma tensiunii $\overline{U}$ (fig. 8, b). Rezultă:

$$\overline{U}_{A2} = \frac{\overline{U}}{2} - R_2 \cdot \overline{I}_2.$$

De asemenea, $\overline{U}_{A2}$ este egal cu $\frac{\overline{U}}{2}$ ca valoare însă este defazat înainte cu un unghi ce depinde de $\frac{X_{L_2}}{R_2}$. $(X_{L_2} = L_2\omega)$.

În mod evident

$$\overline{U}_{A3} = -\frac{\overline{U}}{2}.$$

Pentru $\overline{U}_{A4}$ analog

$$\overline{U}_{A4} = \frac{\overline{U}}{2} - R_4 \cdot \overline{I}_4 \text{ (fig. 8, } c\text{)}.$$

În fine, pentru $\overline{U}_{A5}$:

$$\overline{U}_{A5} = -\frac{\overline{U}}{2} + R_5 \cdot \overline{I}_5 \text{ (fig. 8, } d\text{)}.$$

Prin alegerea corectă a valorilor parametrilor punţilor se poate obţine cu ajutorul lor orice defazaj între tensiunea $\frac{\overline{U}}{2}$ şi $U_{Ak} (0 \leqslant k \leqslant m-1)$.

Trebuie observat că pentru dimensionarea elementelor punţilor de fază este necesar să se ţină seamă de rezistenţele înfăşurărilor bobinelor, prin urmare unele punţi (acelea care conţin inductivităţi) vor fi alimentate cu o tensiune de valoare mai mare decît punţile cu capacităţi. Pe de altă parte este necesar ca din gol pînă în plină sarcină bornele multiplicatorului de faze să se păstreze la aceeaşi tensiune faţă de nulul A, atît ca fază cît şi ca valoare. De aceea la dimensionarea schemei de măsurare se va avea în vedere ca curenţii absorbiţi de ramurile schemei de măsură să fie mici în raport cu curenţii absorbiţi de punţile multiplicatorului de faze, pentru ca regimul de lucru al acestora din urmă să se apropie cît mai mult de un regim de mers în gol. Rolul rezistenţelor r (fig. 4) este chiar acela de a limita valoarea maximă a curenţilor de sarcină.

O îmbunătăţire a situaţiei are loc dacă se lucrează cu o tensiune U cît mai ridicată; acest lucru aduce cu sine însă necesitatea instalării unor rezistenţe R (fig. 4) variabile, de valori mari, care sînt greu de confecţionat.

În cazul alimentării trifazate, multiplicatorul de faze poate fi un transformator multiplicator de faze obişnuit. Soluţia aceasta este evident mai simplă, însă prezintă dezavantajul necesităţii unei surse trifazate. De asemenea rezultatele măsurătorilor sînt afectate de erorile datorite nesimetriei reţelei de alimentare.

Toate consideraţiile privitoare la precauţiile ce trebuie luate pentru a avea tensiunile celor m faze constante ca valoare şi ca unghi sînt valabile şi pentru multiplicatorul alimentat de la reţeaua trifazată. Se va avea grijă la dimensionare ca, transformatorul să lucreze aproape în gol, micşorîndu-se cît mai mult rezistenţele şi reactanţele sale de dispersie. Miezul de fier se va supradimensiona, de asemenea, pentru a se reduce eroarea de unghi datorită curentului de mers în gol.

Ridicarea valorii tensiunii de fază duce şi în acest caz la necesitatea instalării rezistenţelor variabile R (fig. 4), de valori mari.

4. În cadrul Laboratorului de maşini şi aparate electrice al Institutului Politehnic din Timişoara s-a construit un multiplicator cu 24 de faze, alimentat de la sursă trifazată. Tensiunea de fază a multiplicatorului s-a ales de 10 V, pentru a se utiliza rezistenţele existente la realizarea schemei de măsurare.

Utilizîndu-se numai 12 faze ale multiplicatorului, s-au măsurat, în aproximativ 30 de minute, cu o instalaţie improvizată, amplitudinea şi faza a trei armonice ale unei curbe, cum şi componenta continuă; calculul analitic sau grafic cu siguranţă ar fi durat un timp mai îndelungat.

5. În încheiere remarcăm că deşi principiul de funcţionare a analizorului prezentat este foarte simplu, în bibliografia consultată nu am găsit indicaţii despre existenţa unui astfel de analizor.

Bibliografie

[1] *Crug C. A.*: Bazele electrotehnicii, vol. II. Ed. Energetică de Stat, Bucureşti, 1953.

[2] *Antoniu I. S., Albert H.*: Culegere de probleme de electrotehnică. Ed. Energetică de Stat, Bucureşti, 1954.

Intrat în redacţie la 11.IV.1958

O nouă maşină universală, fără înfăşurare pe stator

(Lucrare prezentată la Conferinţa Electricienilor din R.P.R.)

HENRY ASLAN şi *ALEXANDRU FRANSUA* — Bucureşti *)

Pentru antrenarea diferitelor mecanisme de puteri reduse se folosesc pe larg motoarele universale cu colector. Autorii au inventat o maşină universală fără excitaţie care prezintă avantaje tehnico-economice incontestabile în raport cu maşinile cunoscute.

CZ 621.313.14

Maşina electrică, pe care o prezentăm în acest articol este, după părearea noastră, originală ca principiu de funcţionare. Faţă de maşinile universale normale (maşini serie cu colector) de puteri mici sub 300 W la 6000 rot/min maşina propusă de noi prezintă o serie de particularităţi constructive, dintre care cea mai importantă şi din care decurg principalele avantaje faţă de maşina clasică, este aceea că statorul nu posedă nici o înfăşurare. În cele ce urmează vom prezenta o descriere a maşinii, principiul

*Ing. H. Aslan, Laureat al Premiului de Stat, este inginer la fabrica Electrotehnica

Ing. Al. Fransua, Candidat în ştiinţe tehnice, este conferenţiar la catedra de maşini electrice de la Institutul Politehnic din Bucureşti.

de funcționare ca motor, o metodică originală de proiectare și, bineînțeles, o serie de rezultate experimentale. Poate este cazul să amintim că în țară s-au fabricat deja pe principiul acestei mașini cîteva sute de motoare.

1. Descrierea mașini. Fig. 1 reprezintă o secțiune transversală prin mașină. Statorul prezintă două piese polare (în cazul mașinii bipolare considerate de noi în tot acest articol) de formă diferită față de mașina clasică. Aceste piese

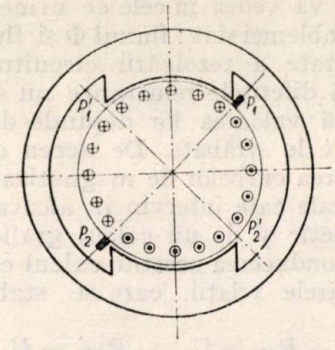


Fig. 1. Schema de principiu a mașinii.

polare, neposedînd nici o înfășurare de excitație, au o formă mult mai simplă și îndeosebi o înălțime mică, de unde rezultă o ușurință de fabricare (atît prin simplificarea matriței bloc cît și prin neexecutarea unor bobine). Deschiderea pieselor polare este de maximum 50% din pasul polar (în mașinile clasice deschiderea atinge valoarea de 65—70%).

Rotorul mașinii nu are nimic deosebit din punct de vedere constructiv. El posedă o înfășurare în general buclată și cu colector normal. Pe colector freacă o pereche de periі a căror poziție față de piesele polare poate fi variată. Intrefierul mașinii are valoarea normală sau ceva mai mică decît la mașina clasică.

2. Funcționarea ca motor. Dacă decalăm axa periilor față de axa polilor în așa fel încît cele două axe să formeze un unghi de 45° și dacă aplicăm prin intermediul periilor o tensiune U din exterior, atunci curenții în diferitele conductoare periferice rotorice vor avea sensul din fig. 1. Se remarcă ușor că amperspirele rotorice cuprinse în arcele $P_1P'_2$ și P'_1P_2 (P_1P_2—axa periilor, $P'_1P'_2$-axa simetrică axei periilor față de poli) pot fi considerate ca amperspire de excitație, care creează un cîmp magnetic în întrefier, cîmp foarte intens în dreptul pieselor polare, unde întrefierul este foarte mic și foarte slab, în restul periferiei rotorice, unde întrefierul este mare (fig. 2). Conductoarele rotorice aflate în arcele $P_1P'_1$ și P'_2P_2 fiind parcurse de curent și aflîndu-se într-un cîmp magnetic practic în fază cu curentul vor fi supuse unor forțe electrodinamice. Apare astfel un cuplu mecanic, care pune în rotație rotorul mașinii. Mai departe mașina funcționează întocmai ca un motor serie cu colector. Caracteristica mecanică va fi o caracteristică moale, tip serie. Ecuațiile de funcționare ale mașinii se stabilesc ușor

$$\bar{U} = R\bar{I} + \mathrm{j}\bar{X}I - \bar{E}_r; \quad \bar{E}_r = \frac{p}{a} nN\bar{\Phi};$$

$$C = \mathrm{Real}\left(\frac{p}{2\pi a} N\bar{\Phi}\bar{I}^{\star}\right),$$

unde R este rezistența înfășurării indusului (plus rezistența corespunzătoare pierderilor); X — reactanța totală a înfășurării rotorice; E_r — tensiunea electromotoare de rotație; $\bar{\Phi}$ — fluxul util ce străbate înfășurarea rotorică între două

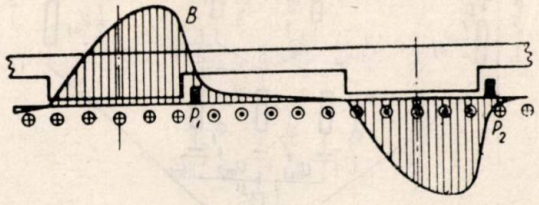


Fig. 2. Cîmpul magnetic în întrefierul mașinii.

perii; N-numărul de conductoare rotorice; n-viteza de rotație a rotorului, iar $\frac{p}{a}$ — raportul între numărul de perechi de poli și numărul de perechi de căi de curent.

Diagrama de funcționare este prezentată în fig. 3.

Prin variația poziției axei periilor față de axa polilor în jurul poziției de 45° se poate varia fluxul și în consecință viteza rotorului. Poziția de cuplu maxim teoretic rămîne poziția de 45°.

Funcționarea motorului în curent continuu nu prezintă nimic deosebit, în afară de dispariția componentei reactive a căderii de tensiune interne. Se micșorează în mod firesc pierderile în fier, iar comutația se îmbunătățește.

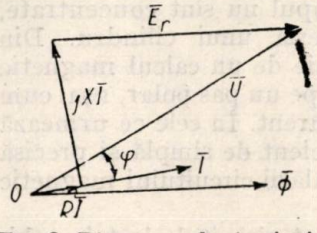


Fig. 3. Diagrama de tensiuni și curenți.

3. Metoda de calcul. Alegerea dimensiunilor principale ale mașinii care funcționează pe baza principiului expus mai sus nu diferă esențial de alegerea dimensiunilor la proiectarea unei mașini universale clasice. Trebuie numai să se țină seamă de următoarele considerații. Deoarece principial coeficientul de acoperire α_p al polului este aproximativ de 65% din valoarea normală luată la mașina clasică, pentru a obține același cuplu la tensiune, putere și viteză date, trebuie ca produsul $NB\,\delta_m L\,\tau_p$ să aibă aproximativ o valoare de 160% din valoarea aceluiași produs în mașina clasică. În consecință se va alege un

pas polar τ_p al indusului cu circa 15—20% mai mare ca la maşina normală şi o lungime L a indusului de asemenea cu 15—20% mai mare. Inducţia medie în întrefier $B_{\delta m}$ se păstrează la aceeaşi valoare pentru a nu se mări excesiv

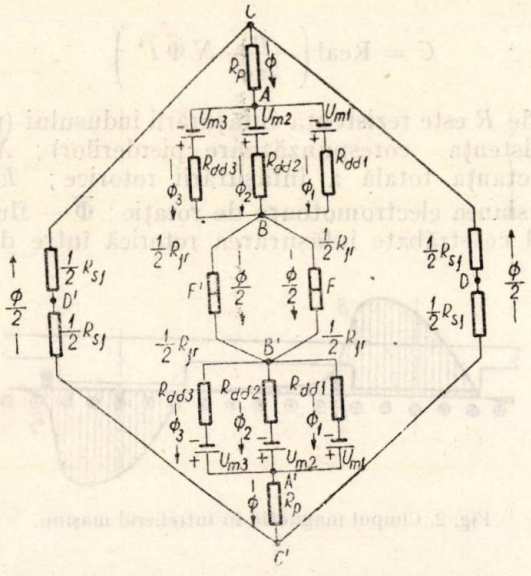


Fig. 4. Schema echivalentă a circuitului magnetic.

pierderile în fier, iar numărul N de conductoare, respectiv încărcarea liniară A, se ia cu aproximativ 15% mai mare.

Calculul se poate duce pe baza a 2—3 variante de dimensiuni, aşa cum se procedează în mod normal la proiectarea oricărei maşini. O dată alese dimensiunile principale urmează partea cea mai dificilă : calculul magnetic pentru verificarea dimensiunilor şi a încărcărilor specifice alese. Acest calcul este principial diferit de cel făcut la maşina normală, dat fiind faptul că, cîmpul magnetic în întrefier este neuniform şi că amperspirele care creează cîmpul nu sînt concentrate, ci distribuite la periferia unui cilindru. Din aceste motive este nevoie de un calcul magnetic pe tuburi de forţă şi nu pe un pas polar, aşa cum se procedează în mod curent. În cele ce urmează se indică o metodă suficient de simplă şi precisă de calcul pe baza echivalării circuitului magnetic cu unul electric.

În fig. 4 este prezentat circuitul electric echivalent. S-a notat în fig. 4 cu Φ —fluxul magnetic maxim care străbate întrefierul şi ajunge la polul statoric ; Φ_i — fluxul maxim care străbate dintele notat cu litera $i=1,2,3,...$; $R_{d\delta i}$-reluctanţa unui dinte rotoric i şi a porţiunii în întrefier cuprinsă în pasul dentar respectiv ; R_p-reluctanţa polului ; R_{jr} — reluctanţa jugului rotoric corespunzător unui pas polar ; R_{js}-reluctanţa jugului statoric ; iar cu U_{mi} — tensiunea magnetomotoare corespunzătoare dintelui i.

Să remarcăm imediat că datorită pe de o parte simetriei circuitului electric echivalent, iar pe de altă parte faptului că între punctul D situat la mijlocul jugului statoric şi punctului F situat la mijlocul jugului rotoric nu există tensiune magnetică, calculul circuitului se simplifică simţitor, el reducîndu-se la calculul unui circuit (fig. 5) care corespunde de fapt unui sfert de maşină (dacă este bipolară). Ca de obicei în circuitele electrice, se consideră cunoscute reluctanţele R şi tensiunile electromotoare U_{mi}, care depind numai de numărul N de conductoare din rotor şi de curentul I maxim care le străbate, aşa cum se va vedea în cele ce urmează. Necunoscutele problemei sînt : fluxul Φ şi fluxurile Φ_i.

O dificultate a rezolvării circuitului constă în faptul că diferitele reluctanţe nu sînt liniare, în sensul că valoarea lor depinde de valoarea fluxului care le străbate. De aceea este nevoie de cunoaşterea curbelor de magnetizare a diferitelor materiale care intervin în alcătuirea circuitului magnetic şi de un calcul grafico-analitic.

Pentru conducerea acestui calcul este nevoie de următoarele relaţii, care se stabilesc uşor :

$$U_{BA} = U_{m1} - R_{d\delta 1} = U_{m2} - R_{d\delta 2} = U_{m3} - R_{d\delta 3} ; \tag{1}$$

$$U_{BA} = U_{BF} + U_{DC} + U_{CA} ; \tag{2}$$

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 . \tag{3}$$

Mersul calculului este următorul : Se calculează şi se trasează pe o diagramă curba $\Phi_i = f(U_{d\delta i})$, în care $U_{d\delta i}$ este tensiunea magnetică corespunzătoare unui dinte şi întrefierului

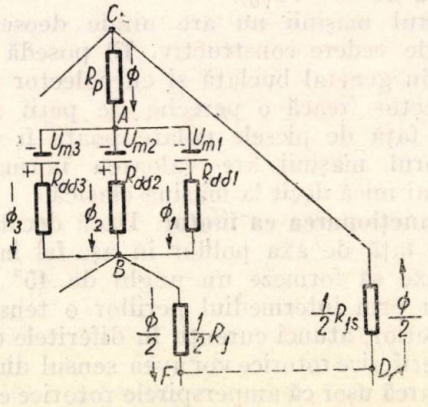


Fig. 5. Schema simplificată.

corespunzător pentru diferite fluxuri Φ_i în dinte. Această curbă este valabilă pentru toţi dinţii, aceştia fiind absolut identici (fig. 6).

Se notează pe axa absciselor punctele a,b,c corespunzătoare tensiunilor magnetomotoare U_{m1}, U_{m2}, U_{m3}. Se ridică perpendicularele aa', bb', cc' pe axa absciselor şi apoi se duc dreptele $a''a'''$, $b''b'''$, $c''c'''$ paralele cu dreptele de mai sus în aşa fel încît să fie deplasate faţă de aceste prime drepte cu un segment egal cu o valoare arbitrar aleasă a tensiunii magnetice U_{BA}. Segmentele $a''a'''$, $b''b'''$, $c''c'''$ [punctele a'', b'',

c'' sînt pe curba $\Phi_i = f(U_{d\delta_i})$, iar punctele a''', b''', c''' pe axa absciselor] sînt egale respectiv cu fluxurile Φ_1, Φ_2, Φ_3, cum se verifică ușor pe baza relației (1). Însumînd aceste fluxuri, conform relației (3) se determină fluxul Φ coresîn axa periilor. Pentru calculul tensiunilor U_{mi} corespunzătoare dinților trebuie să situăm dinții într-o poziție mijlocie față de pol, poziție care să ne ducă la rezultate acoperitoare pentru fluxul Φ. Poziția dinților în raport cu polul

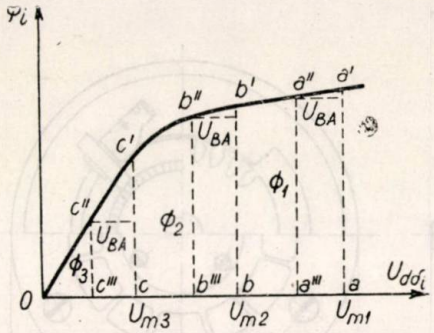


Fig. 6. Caracteristica magnetică a dintelui rotoric și a întrefierului corespunzător.

punzător tensiunii U_{BA} alese. Se repetă operația pentru alte valori ale tensiunii U_{BA} și se trasează curba $\Phi = f(U_{BA})$ pe o diagramă (fig. 7).

Pe de altă parte, în mod obișnuit se determină caracteristica $\Phi = f\,(U_{BF} + U_{DC} + U_{CA})$ corespunzătoare miezului polului unei jumătăți a ju-

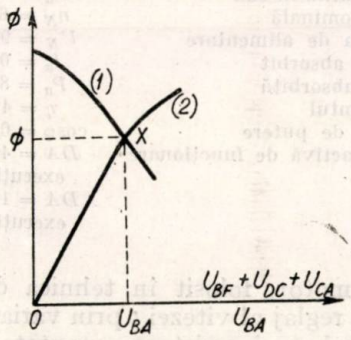


Fig. 7. Diagrama ajutătoare pentru calculul fluxului.

gului statoric și unei jumătăți a jugului rotoric, care curbă se trasează pe aceeași diagramă ca și $\Phi = f\,(U_{BA})$.

La intersecția celor două curbe se determină fluxul φ al mașinii.

În cele de mai sus s-a presupus că piesa polară acoperă numai trei pasuri dentare. Pentru cazul cînd numărul de dinți este diferit calculul se reface ușor.

A rămas doar de precizat calculul tensiunilor magnetomotoare U_{mi}, atunci cînd se cunoaște intensitatea maximă I a curentului din rotor și numărul N de conductoare rotorice. Acest calcul se poate urmări pe fig. 8, în care s-au reprezentat piesa polară, cei trei dinți acoperiți de ea, poziția aleasă a periei și, corespunzător, curba tensiunii magnetomotoare în întrefier, presupusă variind liniar, avînd maximul $\frac{NI}{8\,pa}$

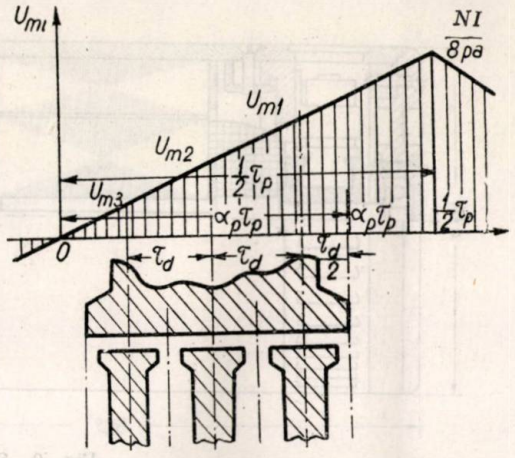


Fig. 8. Diagrama ajutătoare pentru calculul tensiunilor magnetomotoare.

arătată în fig. 8 îndeplinește această condiție. Din figură rezultă imediat tensiunile U_{mi}, care scad liniar pe măsură ce dintele respectiv este mai îndepărtat de axa periilor. Restul calculului nu are nimic deosebit față de mașina clasică.

4. Dezavantaje și avantaje. În cele ce urmează comparația este făcută între un „motor cu un singur bobinaj" și un motor „clasic, universal, serie cu colector" de aceeași putere, tensiune și viteză, fabricat din materiale de aceeași calitate și cu posibilități tehnologice de fabricație egale.

Punctul slab al mașinilor cu un singur bobinaj pare să fie comutația. La puterile mici realizate pînă în prezent acest neajuns a fost destul de ușor înlăturat prin mijloacele cunoscute : colector cu multe lamele, perii de cărbune tare, colector bine axat etc.

Scîntei la colector continuă să fie, dar ele nu sînt — după cum s-a demonstrat după un lung timp de funcționare — vătămătoare, nici pentru colector nici pentru perii. (Reamintim că există mașini de curent alternativ cu colector de puteri de ordinul zecilor de kW care au reglaj de viteză prin decalaj de perii și nu posedă poli auxiliari și care nu prezintă dificultăți din punctul de vedere al comutației).

Avantajele constatate la motoarele cu un singur bobinaj executate pînă azi, sînt :

a) economie de cupru ;
b) economie de manoperă de fabricație ;
c) gabarit mai mic la putere egală ;
d) posibilitate de reglaj al vitezei (cuplului) prin deplasarea relativă a periilor sau statorului ;
e) factor de putere și randament, egali sau mai buni ;

f) prin dublarea numărului de perii, se poate comanda electric, la distanţă, oprirea bruscă şi schimbarea de sens de rotaţie ;

h) folosit ca servomotor, inclus în altă maşină mai mare, statorul se poate reduce la numai o

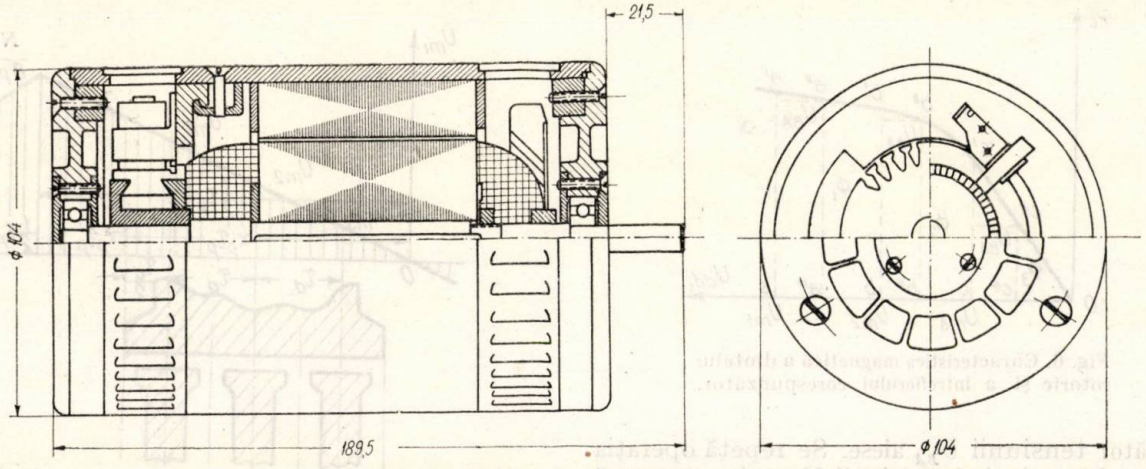


Fig. 9. Schiţă cu gabaritele maşinii.

gaură, de formă potrivită, în masa magnetică a maşinii celei mari.

5. Posibilităţi de folosire. S-a constatat pînă azi că motoarele universale cu un singur bobinaj pot înlocui cu avantaj, motoarele serie cu colector şi motoarele cu repulsie, în aplicările şi folosirile lor, pentru puteri cuprinse între 10 W şi 300 W

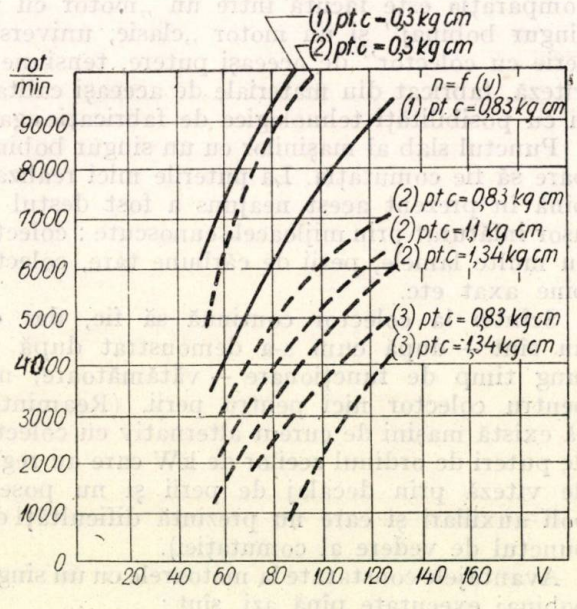


Fig. 10. Curbe caracteristice de funcţionare.

(la 6 000 rot/min) şi pentru tensiuni pînă la 220 V. Nimic pînă în prezent nu îndreptăţeşte să se creadă că aceste valori nu pot fi depăşite, dar au lipsit posibilităţile de experimentare. Pentru acelaşi motiv nu putem încă vorbi de alte cîteva aplicaţii foarte interesante dar insuficient experimentate.

6. Rezultate practice. Pentru a se putea aprecia performanţele de funcţionare a motorului cu un singur bobinaj, se dau aici cîteva curbe caracteristice ridicate asupra unui motor cu următoarele date, în curent alternativ :

– puterea utilă în c.a.	$P_u = 40$ W,
– viteza nominală	$n_N = 6\,300$ rot/min,
– tensiunea de alimentare	$U_N = 90$ V,
– curentul absorbit	$I_a = 0{,}91$ A,
– puterea absorbită	$P_a = 81{,}5$ W,
– randamentul	$\eta = 49\,\%$
– factorul de putere	$\cos\varphi = 0{,}99$
– durata activă de funcţionare	$DA = 40\,\%$ în cazul execuţiei închise ; $DA = 100\,\%$ în cazul execuţiei protejate.

(v. anexa).

Acest motor, folosit în tehnica dentară, are un dublu reglaj al vitezei : prin variaţia tensiunii cu ajutorul unei rezistenţe montate în serie cu motorul şi prin poziţia periilor.

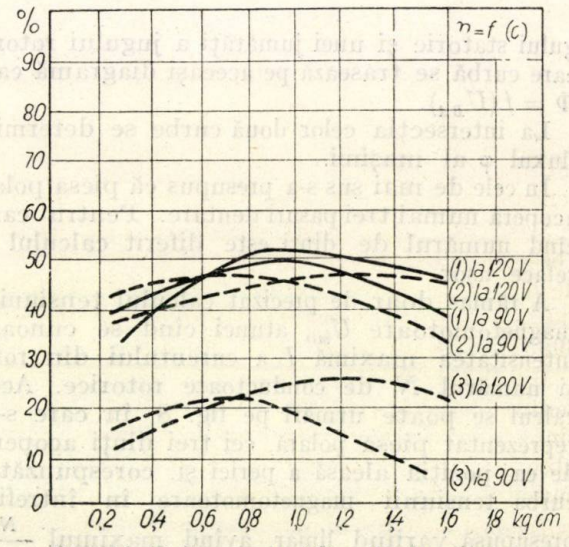


Fig. 11. Curbe caracteristice de funcţionare.

Curbele caracteristice alăturate au fost trasate pentru trei poziții ale periilor (corespunzînd vitezelor de mers în gol de aproximativ 7 000 rotație, dar și de sensul în care se deplasează periile, chiar atunci cînd mașina este alimentată cu curent alternativ.

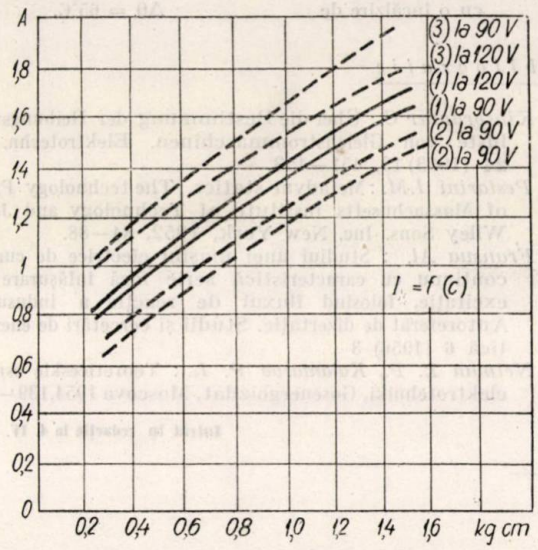


Fig. 12. Curbe caracteristice de funcționare.

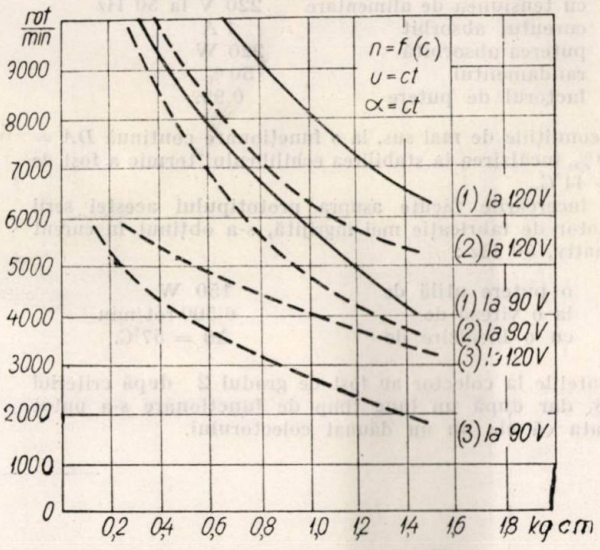


Fig. 13. Curbe caracteristice de funcționare.

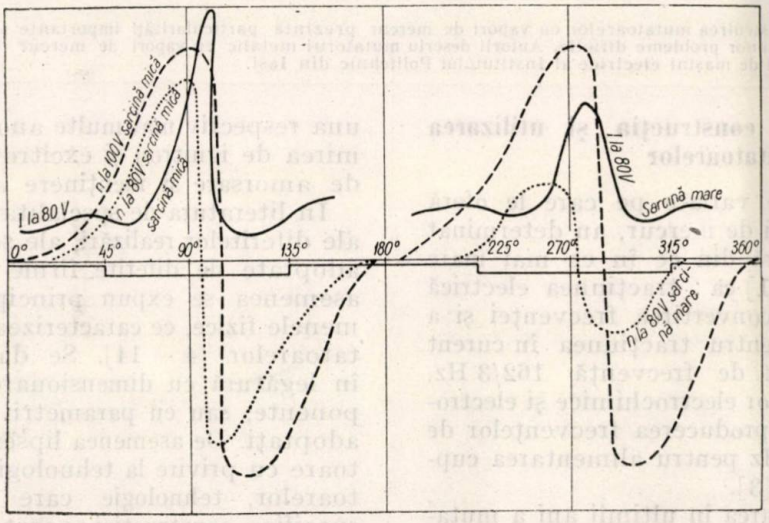


Fig. 14. Curbele n și I în funcții de deplasarea periilor.

rot/min, 11 000 rot/min și 13 000 rot/min) și însemnate respectiv cu (*3*), (*2*) și (*1*).

Variația cuplului dezvoltat și a curentului absorbit cînd se modifică poziția periilor față de poli, se poate urmări pe diagrama din fig. 9, ridicată asupra unui prototip experimental de 300 W la 6 000 rot/min.

Din cele patru puncte de oprire și inversare a sensului de rotație, se poate constata că două sînt favorabile, corespunzîndu-le un curent absorbit mic, iar celelalte două trebuie evitate, curentul absorbit fiind mare.

Deplasarea maximelor față de axele de simetrie a mașinii, depinde de sarcină, de sensul de

Mașina universală cu un singur bobinaj este constructiv simplă, dar fenomenele care au loc în sînul ei nu sînt la fel de simple.

Mașina este nouă și studiul acestor fenomene este departe de a fi epuizat.

Anexa

Rezultatele practice arătate la pct. 6 au fost obținute între anii 1953—1956. Rezultate obținute mai recent sînt mai bune.

Pentru o mașină avînd gabaritul sensibil egal cu acela al mașinii arătate în fig. 9 (noua mașină este mai lungă cu 12 mm pentru că are scuturile mai bombate din motive estetice, dar are aceeași lungime a pachetului de tole al rotorului) s-a obținut, pentru motoarele fabricate în serie la fabrica Electro-

tehnica, următoarele date conform buletinului de încercare no. 1280 din iulie 1957 :

puterea utilă	110 W
la viteza nominală de	6 300 rot/min
cu tensiunea de alimentare	220 V la 50 Hz
curentul absorbit	1 A
puterea absorbită	220 W
randamentul	50 %
factorul de putere	0,99.

În condiţiile de mai sus, la o funcţionare continuă $DA = 100\,\%$, încălzirea la stabilirea echilibrului termic a fost de $\Delta\theta = 44°C$.

La încercările făcute asupra prototipului acestei serii un motor de fabricaţie mai îngrijită, s-a obţinut în curent alternativ, 50 Hz :

o putere utilă de	150 W
la o viteză de	6 500 rot/min
cu o încălzire de	$\Delta\theta = 57°C$.

Scînteiile la colector au fost de gradul 2 după criteriul STAS, dar după un lung timp de funcţionare s-a putut constata că ele nu au dăunat colectorului.

Aceeaşi maşină (cu alt bobinaj) dar fără ventilator şi complet închisă a dat :

o putere utilă de	50 W
la o viteză de	4500 rot/min
cu o încălzire de	$\Delta\theta = 65°C$.

Bibliografie

[1] *Kinzbrunner C.* : Über die Bestimmung der Reibungsverluste von Gleichstrommaschinen. Elektrotechn. Z. **24** (1903) 13, 451—453.

[2] *Pestarini I.M.* : Metadyne statics. The technology Press of Massachusetts Institute of Technology and John Wiley Sons. Inc. New York, 1952, 84—88.

[3] *Fransua Al.* : Studiul unei maşini electrice de curent continuu cu caracteristică serie fără înfăşurare de excitaţie, folosind fluxul de reacţie a indusului. Autoreferat de dizertaţie. Studii şi cercetări de energetică **6** (1956) 3

[4] *Neiman L. P., Kalantarov P. L.* : Teoreticeskie osnovî elektrotehniki, Gosenergoizdat, Moscova 1954,139—169

Intrat în redacţie la 4. IV. 1958

Realizarea unui mutator metalic cu vapori de mercur

IOAN FILIPIUC, VASILE ŞTIRBU şi *IOSIF BERGMAN* — Iaşi *)

Construirea mutatoarelor cu vapori de mercur prezintă particularităţi importante şi necesită rezolvarea unor probleme dificile. Autorii descriu mutatorul metalic cu vapori de mercur realizat în Laboratorul de maşini electrice al Institutului Politehnic din Iaşi.

CZ 621.314.65

I. Stadiul actual în construcţia şi utilizarea mutatoarelor

Posibilităţile foarte variate pe care le oferă mutatoarele cu vapori de mercur, au determinat utilizarea lor pe scară din ce în ce mai mare în diferite domenii [1] ca : tracţiunea electrică în curent continuu, convertirea frecvenţei şi a numărului de faze pentru tracţiunea în curent alternativ monofazat de frecvenţă 162/3 Hz, alimentarea instalaţiilor electrochimice şi electrometalurgice [2], sau producerea frecvenţelor de ordinul 1000—2000 Hz pentru alimentarea cuptoarelor de inducţie [3].

De asemenea utilizarea în ultimii ani a mutatoarelor în cele mai complicate sisteme de comenzi şi acţionări electrice a pus în faţa constructorilor sarcini din ce în ce mai dificile şi a determinat o perfecţionare continuă a noilor tipuri realizate şi o sporire apreciabilă a performanţelor acestora [4].

În situaţia actuală se construiesc următoarele tipuri de mutatoare [1] :

1) *polianodice* — cu pompă sau sudate etanş;
2) *monoanodice* :
   a) ignitroni — cu pompă sau sudaţi etanş;
   b) excitroni — cu pompă sau sudaţi etanş.

Categorisirea în monoanodice şi polianodice corespunde modului de construcţie al cuvei cu una respectiv mai multe anode, în timp ce denumirea de ignitron şi excitron se referă la modul de amorsare si menţinere a petei anodice.

În literatura de specialitate se găsesc descrieri ale diferitelor realizări, ale soluţiilor constructive adoptate de diferite firme constructoare şi de asemenea se expun principiile teoretice, fenomenele fizice, ce caracterizează funcţionarea mutatoarelor [4 — 14]. Se dau puţine amănunte în legătură cu dimensionarea elementelor componente, sau cu parametrii optimi ce ar trebui adoptaţi. De asemenea lipsesc indicaţii satisfăcătoare cu privire la tehnologia construcţiei mutatoarelor, tehnologie care prezintă dificultăţi specifice construcţiei aparatelor cu vid [7]. Aşa dar, nu se dispune de o documentaţie suficientă pe baza căreia să se poată aborda problema construcţiei acestor aparate ionice în mod raţional.

Considerentele de mai sus au determinat pe autori să se preocupe de această problemă şi să întreprindă construcţia unui mutator metalic cu grile de comandă, cum şi o serie de cercetări experimentale în legătură cu construcţia şi funcţionarea mutatoarelor.

II. Construcţia mutatorului

Mutatorul realizat are un caracter experimental şi a fost astfel conceput încît să întrunească diferite soluţii constructive din a căror comportare în funcţionare să rezulte concluzii comparabile. De asemenea s-a urmărit realizarea

*) Ing. I. Filipiuc este conferenţiar la Institutul Politehnic din Iaşi.
Ing. V. Ştirbu şi Ing. I. Bergman sînt asistenţi la acelaşi Institut.

unor posibilităţi comode de schimbare a ansamblului anodic (anoda, grile, suporţi etc.) în vederea experimentării unor materiale de diferite calităţi. Mutatorul realizat este de tipul excitron monoanodic cu posibilitate de funcţionare în

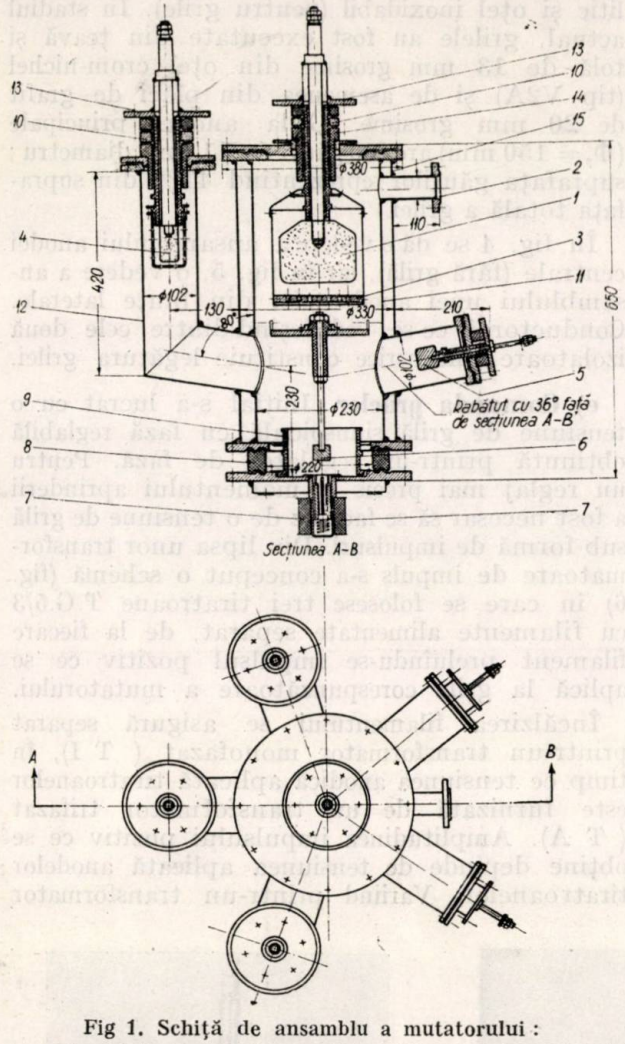


Fig 1. Schiţă de ansamblu a mutatorului :

1 — anoda centrală ; *2* — racord la instalaţia de vid ; *3* — grila anodei principale ; *4* — anodele laterale ; *5* — anoda de excitaţie ; *6* — anoda de aprindere ; *7* — dispozitiv de aprindere cu jet de mercur ; *8* — izolatorul catodei ; *9* — izolator de protecţie ; *10* — flanşă (borna) grilei ; *11* — cuvă ; *12* — tub lateral pentru sistemul trianodic ; *13* — flanşa anodei ; *14* — izolatorul anodei ; *15* — cuva exterioară.

polianodic (alimentare trifazată) chiar şi simultan cu funcţionarea monoanodică, după cum rezultă mai departe.

a) Cuva (fig. 1) s-a executat dintr-un tub laminat la care s-au sudat două flanşe. De flanşa superioară se fixează capacul cuvei care constituie şi suportul pentru anoda principală. De flanşa inferioară se fixează catoda prin intermediul unui izolator de porţelan. Pentru introducerea anodelor de excitaţie, *5*, şi aprindere, *6*, s-au prevăzut două braţe laterale scurte. La această soluţie s-a recurs datorită diametrului relativ mic al tubului central (230 mm) cît şi pentru a lăsa pe capacul superior în jurul izolatorului anodic un anumit spaţiu care să poată fi folosit pentru introducerea de termocuple în vederea cercetării temperaturii anodei şi grilei.

Atît catoda cît şi cuva au fost prevăzute cu o cămaşă de răcire cu circulaţie de apă.

În afara acestor elemente ce caracterizează construcţia monoanodică, s-au mai ataşat la cuvă încă trei braţe laterale, *12*, construite din ţeavă cu diametrul de 100 mm, terminate cu flanşe pentru montarea izolatoarelor de intrare a trei anode şi respectiv trei grile. În felul acesta se poate experimenta şi varianta de construcţie polianodică, cu anodele plasate în tuburi laterale. Această soluţie se bucură de unele avantaje şi este adesea folosită de constructorii din apus, în special la mutatoarele sudate etanş, răcite cu aer [9], iar constructorii cehoslovaci o folosesc cu succes şi la mutatoarele polianodice cu pompă răcite cu apă [10].

Atît cuva, capacele, cît şi braţele laterale s-au confecţionat din laminate de oţel carbon, toate suprafeţele interioare fiind prelucrate prin strunjire. Asamblarea s-a făcut prin sudură electrică. Realizarea acestei suduri etanşe la vid a produs unele dificultăţi, care au fost înlăturate prin folosirea unor electrozi de calitate, pentru sudură fără pori.

Pentru controlul etanşeităţii s-a făcut uz de aer comprimat (cca 4 kg/cm^2) introdus în interiorul cuvei, sudurile controlîndu-se cu soluţie de săpun cu apă. După remedierea porilor mai grosieri s-a făcut un control mai eficace cu amoniac sub presiune în interiorul cuvei şi azotat mercuros la exterior, metodă foarte sensibilă ce poate sezisa prezenţa unor pori mai mici de un micron.

Răcirea cuvei se face cu apă. Braţele laterale sînt răcite numai prin ventilaţie naturală, menţinîndu-se astfel o temperatură mai ridicată ce evită condensarea vaporilor de mercur pe anod şi grile.

În fig. 2 se prezintă o vedere de ansamblu a mutatorului şi pompelor de vid.

b) Izolatoarele şi etanşările. Pentru introducerea tijelor anodice, intrarea grilei, cum şi pentru izolarea catodei, s-au folosit izolatoare de porţelan (fig. 1) de forme şi dimensiuni corespunzătoare. Pentru anode şi grile s-au folosit izolatoare formate din trei elemente permiţînd introducerea simultană a tijei anodice şi a legăturii la grilă. Etanşarea s-a făcut cu garnituri din cauciuc plane decupate din foi de cca 3 mm grosime, executate în mod special dintr-un cauciuc fără elemente volatile. Strîngerea garniturilor se face cu şuruburi fără interpunere de resoarte, obţinîndu-se o bună menţinere a vidului.

Pentru protejarea izolatorului catodic împotriva metalizării şi pentru protecţia termică a acestuia, s-a prevăzut un inel interior, *9*, (fig. 1) care s-a confecţionat de asemenea din porţelan cu pereţi subţiri. În fig. 3 se dă o vedere a ansamblului catodic.

c) Amorsarea şi excitaţia. Amorsarea se face printr-un sistem cu jet de mercur 7 (fig. 1) produs de acţiunea unei bobine asupra unui piston mobil plasat sub nivelul mercurului cato-

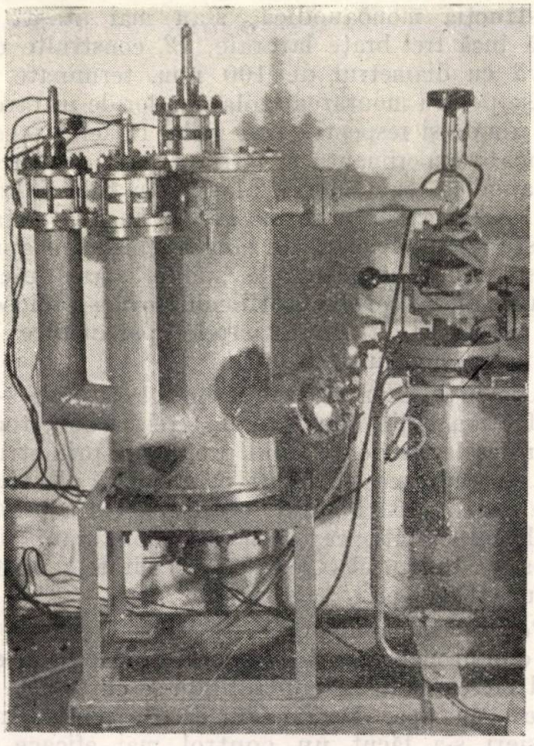


Fig. 2. Vedere exterioară a mutatorului şi a pompelor de vid.

dei. Jetul atinge anoda de aprindere 6 ce este montată izolat în centrul cuvei şi deasupra catodei. Anoda de aprindere este alimentată printr-unul din cele două braţe laterale scurte. În cel de al doilea braţ este plasată anoda de excitaţie alimentată în curent continuu.

d) Anodele şi grilele. Unul dintre principalele obiective pe care le-am urmărit este stabilirea unui criteriu de dimensionare a grilelor şi anodelor. Pentru aceasta s-a făcut uz de anode şi grile de diferite forme şi dimensiuni, experimentînd diferite calităţi de grafit, fier electrolitic şi oţel inoxidabil (pentru grile). În stadiul actual, grilele au fost executate din ţeavă şi tolă de 13 mm grosime din oţel crom-nichel (tip V2A) şi de asemenea din plăci de grafit de 20 mm grosime. Grila anodei principale (Φ, = 150 mm) are 230 găuri de 11 mm diametru ; suprafaţa găurilor reprezentînd 41% din suprafaţa totală a grilei.

În fig. 4 se dă o vedere a ansamblului anodei centrale (fără grilă), iar în fig. 5, o vedere a ansamblului unei anode mici din braţe laterale. Conductorul ce se vede ieşind dintre cele două izolatoare concentrice constituie legătura grilei.

e) Comanda grilelor. Iniţial s-a lucrat cu o tensiune de grilă sinusoidală cu fază reglabilă obţinută printr-un regulator de fază. Pentru un reglaj mai precis al momentului aprinderii a fost necesar să se facă uz de o tensiune de grilă sub formă de impulsuri. Din lipsa unor transformatoare de impuls s-a conceput o schemă (fig. 6) în care se folosesc trei tiratroane T.G.5/3 cu filamente alimentate separat, de la fiecare filament preluîndu-se impulsul pozitiv ce se aplică la grila corespunzătoare a mutatorului.

Încălzirea filamentului se asigură separat printr-un transformator monofazat (T I), în timp ce tensiunea anodică aplicată tiratroanelor este furnizată de un transformator trifazat (T A). Amplitudinea impulsului pozitiv ce se obţine depinde de tensiunea aplicată anodelor tiratroanelor. Variind printr-un transformator de reglaj valoarea acestei tensiuni, se pot obţine impulsuri de diferite amplitudini fără a se modifica forma acestora.

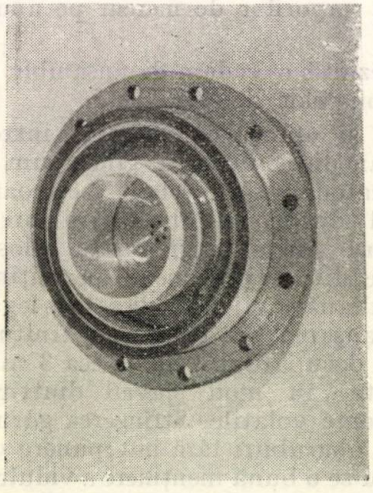


Fig. 3. Ansamblul catodei.

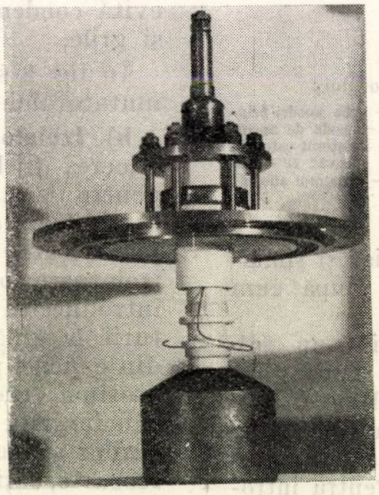


Fig. 4. Vedere de ansamblu a anodei centrale şi a izolatoarelor de trecere.

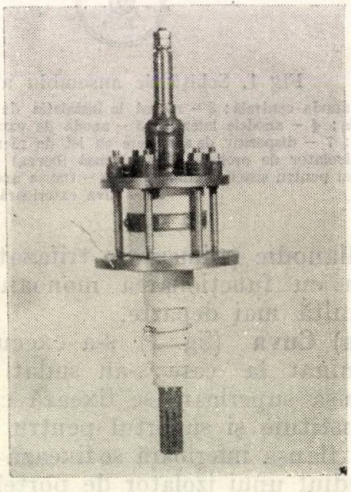


Fig. 5. Vederea de ansamblu a unei anode din braţele laterale.

Reglarea defazajului între impulsul obţinut şi tensiunea anodică corespunzătoare a mutatorului s-a făcut printr-un regulator de fază cu

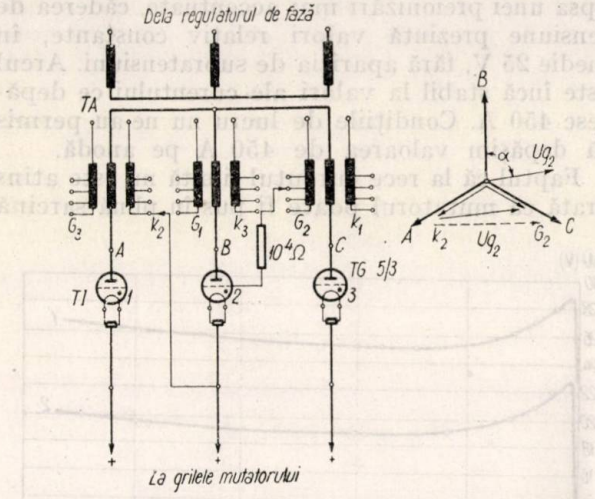


Fig. 6. Schema de producere a impulsurilor de grilă.

care se realizează un defazaj de $\pm 180°$, permiţînd astfel funcţionarea atît ca redresor, cît şi ca ondulor.

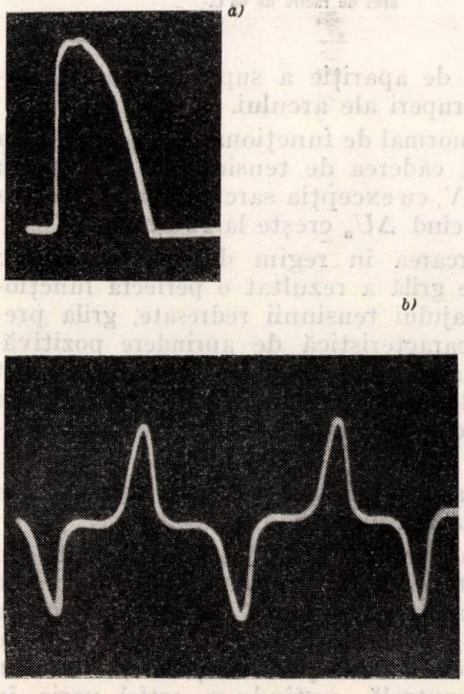


Fig. 7. Oscilograma impulsului de grilă obţinut:
a — cu tiratroane; *b* — cu transformatoare de impuls.

Grilele tiratroanelor, după cum rezultă din fig. 6, sînt alimentate de înfăşurările auxiliare cu prize ce s-au plasat pe acelaşi transformator anodic (T A). De exemplu, grila tiratronului *2* este alimentată de înfăşurările de grilă plasate pe coloanele *A* şi *C*, obţinîndu-se o aprindere a tiratronului într-un moment apropiat de valoarea maximă a tensiunii anodice. Printr-un reglaj corespunzător al prizelor de la care se preia tensiunea de grilă se poate varia, în oarecare limite, momentul aprinderii şi deci durata impulsului, după cum rezultă din diagrama prezentată în fig. 6. Această posibilitate de a varia durata impulsului obţinut este unul dintre avantajele schemei realizate, la care trebuie să mai adăugăm posibilitatea de variaţie a mărimii impulsului chiar în timpul funcţionării mutatorului. Panta impulsului, spre deosebire de alte sisteme folosite, este foarte mare, trecerea de la valori negative (anoda mutatorului blocată) la valori pozitive, făcîndu-se aproape instantaneu (fig. 7 *a*). La transformatoarele de impuls cu saturaţie, de exemplu, panta impulsului este de maximum 15—20 V/rad.

În fig. 7, *a* se arată oscilograma impulsului de grilă din care rezultă forma acestuia.

S-a mai realizat de asemenea un sistem de generare a impulsurilor cu transformatoare cu circuitul magnetic saturat. Forma impulsurilor obţinute astfel, rezultă din oscilograma redată în fig. 7, *b*.

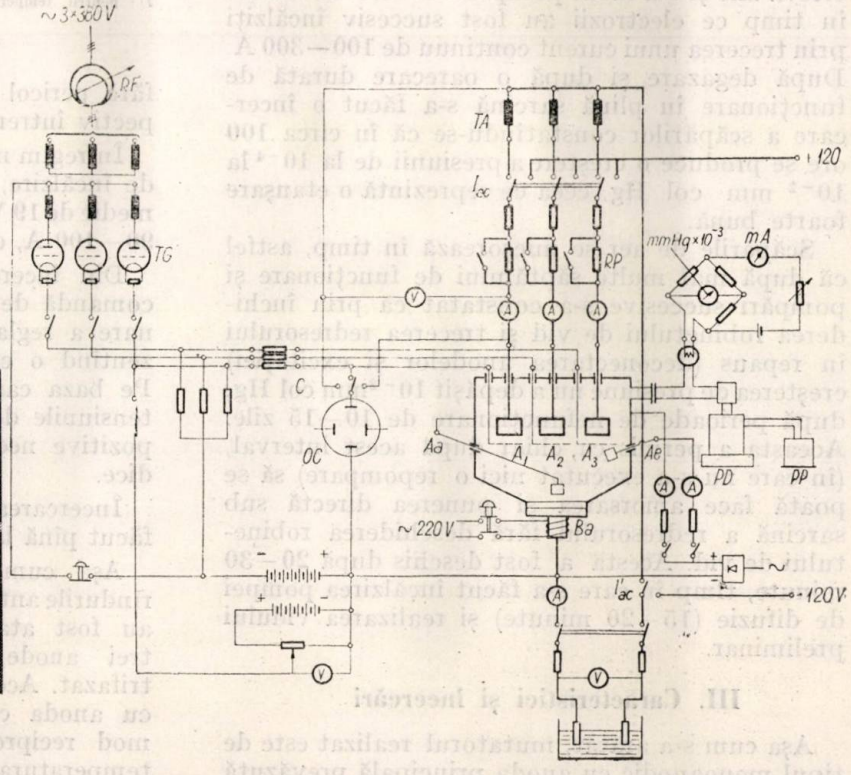


Fig. 8. Schema montajului experimental pentru funcţionare în sistemul trifazat:
A_1, A_2, A_3 -cele trei anode din braţele laterale; A_a — anoda de aprindere; A_e — anonda de excitaţie; B_a — dispozitiv de aprindere; *TA* — transformator de alimentare; I_{ac} şi I'_{ac} -comutatoare pentru alimentarea în curent continuu în timpul formării; *TG* — dispozitiv de producere a impulsurilor de tensiune pentru comanda grilelor; *OC* — osciloscop catodic; *C* — comutator pentru obţinerea succesivă a oscilogramei tensiunilor U_c, U_g şi ΔU_a; *PD* — pompă de vid cu difuzie; *PP* — pompă pentru vid preliminar.

În schema montajului experimental prezentat în fig. 8 se observă ansamblul sistemului de comandă a grilelor cu rezistenţele de grilă şi bateria de negativare. Din lipsa unui releu maximal corespunzător, nu s-a prevăzut deocamdată o protecţie de grilă.

f) Instalaţia de vid. Mutatorul este echipat (fig. 2) cu o pompă rotativă de ulei şi o pompă de difuzie cu vapori de mercur cu o capacitate de pompare de 175 m³/oră. Robinetul de închidere este de tip clapetă şi garnitură de cauciuc, iar conducta de racord cu diametrul de 50 mm, s-a montat înclinat pentru a permite reîntoarcerea în cuvă a mercurului ce eventual s-ar condensa pe această conductă.

Datorită bunei etanşări şi prelucrării îngrijite a tuturor suprafeţelor interioare, spre a se micşora degajările de gaze, s-a reuşit ca, chiar în timpul formării, să se menţină un vid cuprins între 10^{-2} şi 10^{-3} mm col Hg. Măsura vidului s-a făcut cu ajutorul jojei Mac Leod şi cu un indicator Pirani alimentat la intensitate constantă controlată cu miliampermetru.

Volumul recipientului este de 45 dm³ din care trebuie să se scadă volumul ocupat de anode şi izolatoare ce totalizează 3,5 dm³.

Degazarea recipientului şi a electrozilor a durat cîteva zile şi s-a făcut pompînd în mod continuu, în timp ce electrozii au fost succesiv încălziţi prin trecerea unui curent continuu de 100—300 A. După degazare şi după o oarecare durată de funcţionare în plină sarcină s-a făcut o încercare a scăpărilor constatîndu-se că în circa 100 ore se produce o creştere a presiunii de la 10^{-4} la 10^{-2} mm col Hg, ceea ce reprezintă o etanşare foarte bună.

Scăpările de aer se micşorează în timp, astfel că după mai multe săptămîni de funcţionare şi pompări succesive s-a constatat că prin închiderea robinetului de vid şi trecerea redresorului în repaus (deconectarea anodelor şi excitaţiei) creşterea de presiune nu a depăşit 10^{-2}mm col Hg, după perioade de nefuncţionare de 10—15 zile. Aceasta a permis ca, chiar după acest interval, (în care nu s-a executat nici o repompare) să se poată face amorsarea şi punerea directă sub sarcină a redresorului fără deschiderea robinetului de vid. Acesta a fost deschis după 20—30 minute, timp în care s-a făcut încălzirea pompei de difuzie (15—20 minute) şi realizarea vidului preliminar.

III. Caracteristici şi încercări

Aşa cum s-a arătat, mutatorul realizat este de tipul monoanodic cu anoda principală prevăzută cu grilă de comandă din grafit. Anoda are un diametru de 150 mm permiţînd trecerea unui curent de 350 A (valoare eficace). Acest mutator monoanodic constituie un element hexanodic de 1200 A ce s-ar putea realiza prin gruparea a şase asemenea cuve într-o schemă hexafazată cu transformator interfază.

Pentru a se stabili regimul de funcţionare au fost ridicate caracteristicile căderii de tensiune în arc (fig. 9) şi caracteristica de aprindere. Se constată că la temperaturi scăzute şi chiar în lipsa unei preionizări mai accentuate, căderea de tensiune prezintă valori relativ constante, în medie 25 V, fără apariţia de supratensiuni. Arcul este încă stabil la valori ale curentului ce depăşesc 450 A. Condiţiile de lucru nu ne-au permis să depăşim valoarea de 450 A pe anodă.

Faptul că la rece curentul limită nu este atins arată că mutatorul poate fi pus în plină sarcină

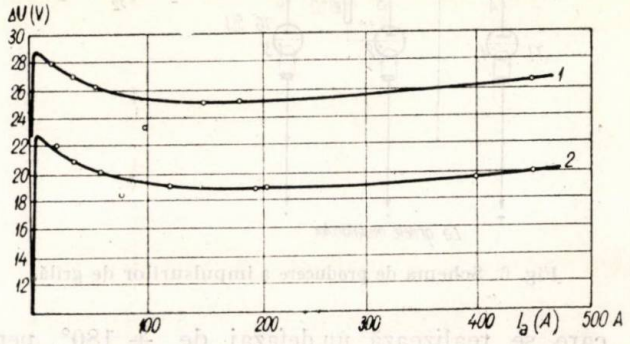


Fig. 9. Curbele căderii de tensiune în arc. $\Delta U_a = f(I_a)$ pentru anoda centrală :
1 – pentru temperatura apei de răcire de 10°C; *2* – pentru temperatura apei de răcire de 66°C.

fără pericol de apariţie a supratensiunilor, respectiv întreruperi ale arcului.

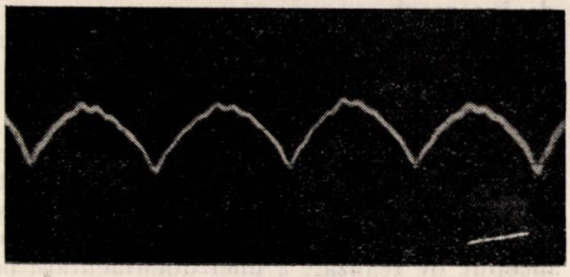
În regim normal de funcţionare, după perioada de încălzire, căderea de tensiune în arc este în medie de 19 V, cu excepţia sarcinilor mai mici ca 90—100 A, cînd ΔU_a creşte la 22—23 V.

Din încercarea în regim de funcţionare cu comandă de grilă a rezultat o perfectă funcţionare a reglajului tensiunii redresate, grila prezentînd o caracteristică de aprindere pozitivă. Pe baza caracteristicii de grilă am determinat tensiunile de negativare şi valorile impulsurilor pozitive necesare pentru diferite tensiuni anodice.

Încercarea în regim normal de funcţionare s-a făcut pînă la tensiuni anodice de 400 V.

Aşa cum rezultă din descrierea făcută în rîndurile anterioare, la acest mutator monoanodic au fost ataşate trei braţe laterale ce conţin trei anode, dînd posibilitatea funcţionării în trifazat. Aceste anode pot funcţiona şi simultan cu anoda centrală, putîndu-se astfel varia în mod reciproc presiunea vaporilor de mercur, temperatura şi ionizarea, acestea fiind necesare pentru anumite încercări experimentale, cu privire la influenţele ce se pot exercita între diferite anode. Cele trei anode au fost încercate în regim de redresare trifazată. Curentul mediu redresat în regim de durată este 200 A, corespunzător unui curent anodic de 116 A (valoare eficace).

În tot timpul funcționării la această încercare nici o parte a redresorului nu a depășit temperatura de 70°C ce poate fi suportată de garnitu-



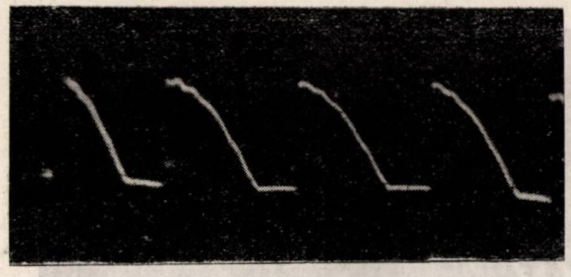


Fig. 10. Oscilograma tensiunii redresate U_c la funcționarea în gol :
a — comutație naturală ; *b* — întîrziere la aprindere de 90 grade prin grilă.

rile de cauciuc. Nu a fost constatată nici o deteriorare de garnituri, etanșarea fiind asigurată în condiții foarte bune.

În fig. 10 se dă oscilograma tensiunii redresate la mersul în gol, iar în fig. 11 oscilograma aceleiași

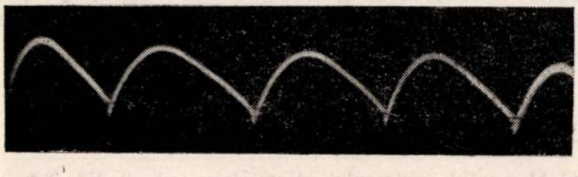


Fig. 11. Oscilograma tensiunii redresate în sarcină la 200 A.

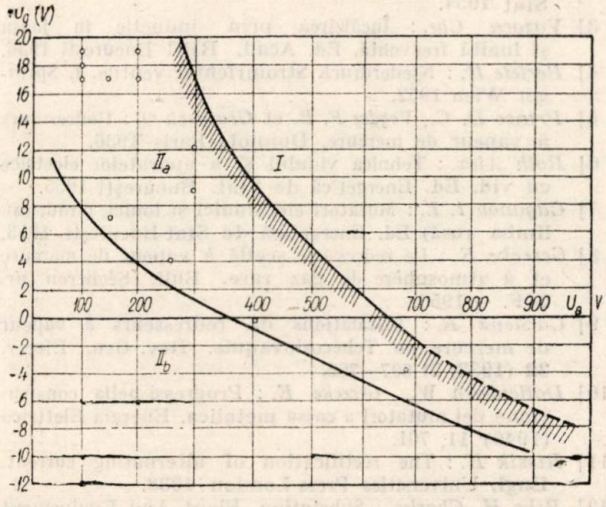


Fig. 12. Caracteristica de aprindere $U_a = f(U_g)$ pentru anodele laterale :
I — zonă de aprindere sigură (deblocaj) ; II_a — zonă cu posibilitate de aprinderi întîmplătoare ; II_b — zonă de blocaj sigur.

tensiuni la funcționarea în sarcină, la 200 A.

Curentul poate fi reglat între zero și valoarea maximă prin intermediul grilelor de comandă. Și pentru aceste anode au fost ridicate caracteristicile de aprindere (fig. 12) (tensiunea critică de grilă) și a căderii de tensiune în arc (fig. 13). În fig. 14 se dă oscilograma tensiunii între anodă și catodă, din care se observă căderea de tensiune în arc în perioada de conducție.

Caracteristica $\Delta U_a = f(I_a)$ (fig. 13) a fost determinată pînă la curentul limită de 200 A pe anodă cînd se constată la rece, o nestabilitate a arcului și apariția de oscilații de tensiune. Cu ΔU_a s-a notat căderea de tensiune anodică și cu I_a curentul anodic. Din fig. 13 — curba *1* — a căderii de tensiune în arc determinată la rece, rezultă că pentru valori ale curentului anodic mai mare ca 130—140 A, căderea de tensiune

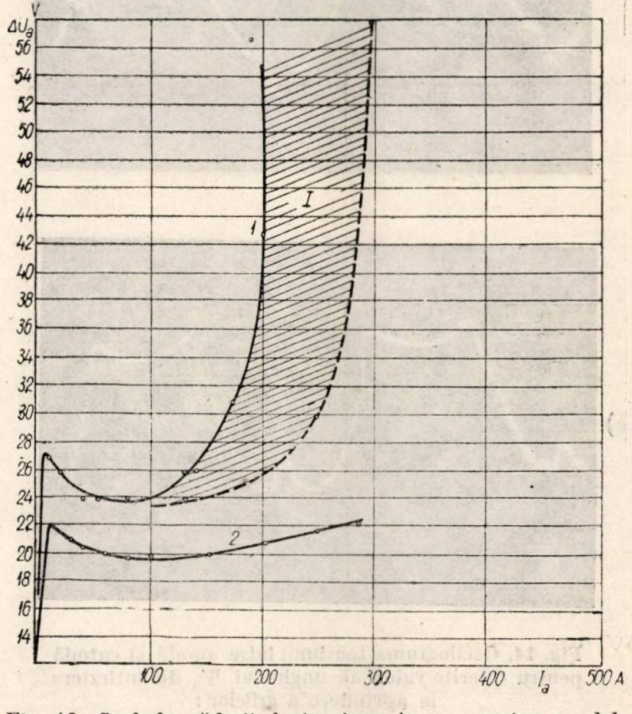


Fig. 13. Curbele căderii de tensiune în arc pentru anodele laterale :
1) — $\Delta U_a = f(I_a)$ pentru temperatura apei de răcire de 10°C ; *2*) — $\Delta U_a = f(I_a)$ pentru temperatura apei de răcire de 60°C ; *I* — zonă de oscilații (arc nestabil).

începe să crească sensibil și arcul devine nestabil. S-a putut astfel stabili că pentru a nu avea perturbații la punerea în sarcină la rece este necesar să nu se depășească pe fiecare anodă curentul de 130—140 A, ceea ce concordă cu valoarea de 116 A, dedusă pe baza temperaturilor limită în timpul încercărilor de durată. Puterea ce a

putut fi astfel obţinută a fost de 50 kW la o tensiune redresată de 250 V. Au fost făcute încercări şi la tensiuni mai ridicate însă nu am dispus de un transformator adecvat pentru a

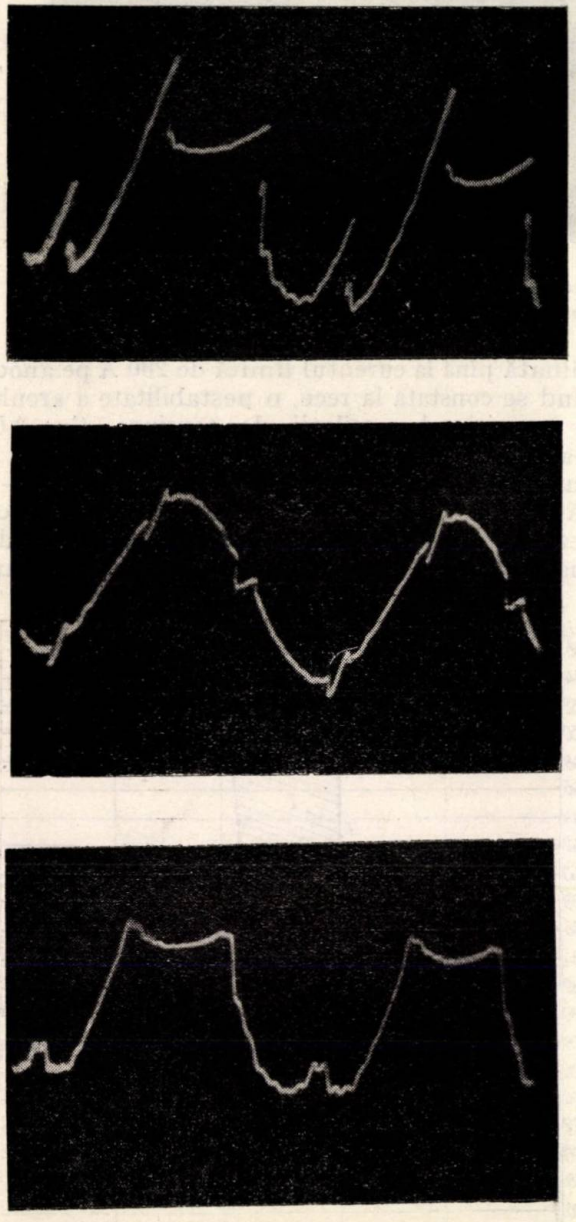


Fig. 14. Oscilograma tensiunii între anodă şi catodă pentru diferite valori ale unghiului Ψ_a de întîrziere la aprindere a grilelor:
a) $\Psi_a = 140°$; b) $\Psi_a = 40°$; c) $\Psi_a = 0°$ (comutatie naturală).

putea efectua o probă în plină sarcină de durată la tensiune mai mare. La tensiunea redresată de 750 V acest mutator este capabil de 150 kW pînă la această tensiune nefiind necesară o reducere a curentului redresat. Tensiunea inversă de vîrf la care s-a lucrat a fost de 1500 V, care nu s-a putut depăşi fiind limitată de posibilităţile de alimentare. Este posibil ca tensiunea inversă admisibilă să fie mult mai mare ca cea de încercare.

Redresorul astfel realizat, este în funcţiune de la începutul anului 1957, şi a dat rezultate satisfăcătoare la toate probele de funcţionare la care a fost supus.

Autorii consideră că aceste prime rezultate pozitive ca urmare a unei încercări de construire a unui mutator, completate cu studiile experimentale ce vor mai continua, pot constitui un început de realizare a unei documentaţii pentru dimensionarea şi tehnologia construcţiei mutatoarelor în ţară, problemă ce ar putea să nu fie lipsită de interes, cel puţin pentru viitor.

Se consideră necesar a se realiza un prototip monoanodic cu caracteristici corespunzătoare funcţionării mai îndelungate într-o staţie de tracţiune, prototip la care să se recurgă la răcirea cu aer şi eventual la eliminarea pompelor de vid, prin realizarea unor izolatoare de trecere sudate etanş, fără garnituri. Autorii îşi propun ca în etapa următoare să treacă la realizarea acestui prototip.

Bibliografie

[1] Manualul inginerului electrician vol. 3 Ed. Tehnică Bucureşti, 1956.
[2] *Rivchin G. A.*: Instalaţii de mutatori de mare putere (trad. din limba rusă) Bucureşti Ed. Energetică de Stat 1954.
[3] *Vazaca Chr.*: Încălzirea prin inducţie în joasa şi înaltă frecventă. Ed. Acad. RPR Bucureşti 1956.
[4] *Bertele H.*: Niederdruck Stromrichter ventile. I. Springer Wien 1952.
[5] *Prince D. C., Vogdes F. B.* et *Gramsch O.*: Redresseurs à vapeur de mercure. Dunnot. Paris 1936.
[6] *Roth Alex.*: Tehnica vidului şi a aparatelor electrice cu vid. Ed. Energetică de Stat. Bucureşti 1955.
[7] *Caganov I. L.*: Mutatori electronici şi ionici. (trad. din limba rusă) Ed. Energetică de Stat Bucureşti 1953.
[8] *Gerecke E.*: Le redresseur scellé à vapeur de mercure et à atmosphère de gaz rare. Bull. Sécheron nr. 24F. — 1956.
[9] *Cacheux R.*: Instalations de redresseurs à vapeur de mercure en Tchécoslovaquie. Rev. Gen. Electr. **32** (1932) 21,697—706.
[10] *Dallenbach W., Gerecke E.*: Progressi nella construzione dei mutatori a cassa metalica. Energia Elettrica (1940) 11, 701.
[11] *Rissik H.*: The rectification of alternating current. Engl. Universities Press-London 1938.
[12] *Pike H. Charles.*: Substation Plant And Equipement George Newnes London 1943.
[13] *Iudiţki S. B.*: Redresor pentru locomotivă electrică cu ecartament îngust.—Electricestvo **76** (1956) 5,55 — 58
[14] *Schilling W.*: Die Wechselrichter und Umrichter. Oldenbourg, München und Berlin 1940.
[15] *Hortopan Gh.*: Elemente de calcul pentru redresoare de putere, Electrotehnica **3** (1955) 6, 225 - 232; **3** (1955) 8, 323—344; **4** (1955) 3, 107—115.

Intrat în redacţie la 7. II. 1958

Fazmetrul electrodinamic în rețele trifazate nesimetrice

CORNELIU AMBROZIE — Craiova *)

Măsurarea factorului de putere al rețelelor polifazate prezintă o deosebită importanță în legătură cu compensarea puterii reactive. Fazmetrele electrodinamice dau indicații exacte numai în cazul rețelelor trifazate simetrice. In practică interesează factorul de putere al rețelelor nesimetrice, în general cu nesimetrie simplă cînd fazmetrul nu dă indicații exacte. Autorul caută să precizeze domeniile în care măsurătorile dau totuși erori admisibile.

CZ 621.317.77.082.74 :621.316.1.016.313

Este știut, [1—4], că fazmetrul electrodinamic se utilizează pentru măsurarea factorului de putere într-o rețea trifazată *simetrică*. Articolul de față este întocmit pentru a răspunde unei probleme de ordin practic a exploatărilor electroenergetice. Scopul articolului este să studieze comportarea aparatului în cazul real al nesimetriei rețelei și să găsească dependența indicațiilor acestuia de factorii, care caracterizează nesimetria.

Pentru unitatea și claritatea expunerii, considerăm necesară o prezentare succintă a fazmetrului electrodinamic trifazat.

Aparatul folosește ca dispozitiv de măsurat un logometru electrodinamic, avînd bobina fixă B alimentată (fig. 1, *a*) cu curentul de linie $\overline{I}_1$. Cele două bobine mobile identice B_1 și B_2, montate rigid între ele și sub un unghi de 90°, fac parte din două circuite cu reactanță neglijabilă, astfel încît curenții ce le străbat, $\overline{I}_{12}$ respectiv $\overline{I}_{13}$, sînt în fază cu tensiunile aplicate $\overline{U}_{12}$ respectiv $\overline{U}_{13}$. Bobinele mobile sînt alimentate prin intermediul unor benzi fine, care, practic, nu creează cuplu rezistent la rotirea echipamentului mobil.

Valorile medii ale cuplurilor de rotație imprimate echipamentului mobil — datorită interacțiunii dintre fiecare din curenții bobinelor mobile și curentul bobinei fixe — au, în regim armonic, expresiile :

$$\left.\begin{aligned} M_1 &= \frac{\partial \mathfrak{M}_1}{\partial \alpha} I_1 I_{12} \cos (\overline{I}_1, \overline{I}_{12}) \\ M_2 &= \frac{\partial \mathfrak{M}_2}{\partial \alpha} I_1 I_{13} \cos (\overline{I}_1, \overline{I}_{13}) \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Ținem seama că $\overline{I}_{12} = \frac{\overline{U}_{12}}{r_{12}}$ și $\overline{I}_{13} = \frac{\overline{U}_{13}}{r_{13}}$, unde $r_{12} = r_{13}$ sînt rezistențele celor două circuite de tensiune.

Pentru simplificare, fără a ne îndepărta mult de situația reală, considerăm că inductanțele mutuale $\mathfrak{M}_1$ și $\mathfrak{M}_2$, dintre B_1 și B respectiv dintre B_2 și B, variază sinusoidal cu deviația echipamentului mobil :

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{M}_1 &= \mathfrak{M}_0 \cos \alpha \\ \mathfrak{M}_2 &= \mathfrak{M}_0 \sin \alpha \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

unde $\mathfrak{M}_0$ este inductanța mutuală maximă, dintre fiecare din bobinele mobile și bobina fixă.

În această situație, expresiile (1) capătă forma :

$$\left.\begin{aligned} M_1 &= -\frac{1}{r_{12}} \mathfrak{M}_0 \sin \alpha \; U_{12} I_1 \cos (\overline{U}_{12}, \overline{I}_1) \\ M_2 &= \frac{1}{r_{13}} \mathfrak{M}_0 \cos \alpha U_{13} I_1 \cos (\overline{U}_{13}, \overline{I}_1) \end{aligned}\right\} \quad (1')$$

Echipamentul mobil capătă o poziție de echilibru stabilă, atunci cînd

$$M_1 + M_2 = 0$$

și, deci, pe baza expresiilor (1') rezultă, pentru deviația permanentă a echipamentului mobil în regim armonic, expresia :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{U_{13} I_1 \cos (\overline{U}_{13}, \overline{I}_1)}{U_{12} I_1 \cos (\overline{U}_{12}, \overline{I}_1)} . \quad (3)$$

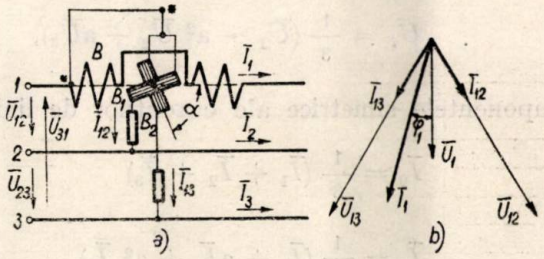


Fig. 1.
a — schema de conectare a fazmetrului trifazat; *b* — diagrama curenților și tensiunilor la fazmetru.

Pentru simetria totală a sistemului trifazat avem (fig. 1, *b*) :

$$\sphericalangle (\overline{U}_{13}, \overline{I}_1) = 30° - \varphi$$

$$\sphericalangle (\overline{U}_{12}, \overline{I}_1) = 30° + \varphi$$

unde φ este defazajul la receptor, adică defazajul pe o fază a receptorului *). Deci, în regim armonic și la simetrie totală a sistemului, indicația fazmetrului trifazat este dată de expresia :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{3} + \operatorname{tg} \varphi}{\sqrt{3} - \operatorname{tg} \varphi} . \quad (4)$$

*) Ing. C. Ambrozie este șef de lucrări la Facultatea de electrotehnică din Craiova.

*) La construirea diagramei s-a considerat receptorul conectat în stea ; considerîndu-l conectat în triunghi, se obțin, aici ca și în continuare, aceleași relații finale.

Se vede că α schimbă de semn, la schimbarea caracterului sarcinii. De obicei, scala aparatului nu se gradează în valori ale lui tg φ, ci în valori ale lui cos φ.

Indicaţia fazmetrului electrodinamic într-o reţea trifazată cu nesimetrie totală

Ne propunem să găsim expresia „defazajului" măsurat de fazmetrul electrodinamic, conectat ca în fig 1, *a*, atunci cînd atît sistemul curenţilor cît şi sistemul tensiunilor sînt sisteme trifazate *nesimetrice*. Pentru rezolvarea cît mai comodă şi cît mai clară a problemei, apelăm la metoda simbolică şi la teoria componentelor simetrice.

Adoptînd notaţia *):

$$UI\cos(\overline{U},\overline{I}) = Re\ [\overline{U}\,\overline{I}^*], \tag{5}$$

unde $Re\ [\ ]$ reprezintă partea reală a mărimii complexe din paranteză, expresia (3) capătă forma :

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{Re\,[\overline{U}_{13}\overline{I}_1^*]}{Re\,[\overline{U}_{12}\overline{I}_1^*]}. \tag{3'}$$

Folosim componentele simetrice ale tensiunilor de fază :

$$\overline{U}_0 = \frac{1}{3}(\overline{U}_1 + \overline{U}_2 + \overline{U}_3)$$

$$\overline{U}_d = \frac{1}{3}(\overline{U}_1 + a\overline{U}_2 + a^2\overline{U}_3) \tag{6}$$

$$\overline{U}_i = \frac{1}{3}(\overline{U}_1 + a^2\overline{U}_2 + a\overline{U}_3),$$

componentele simetrice ale curenţilor de linie :

$$\overline{I}_0 = \frac{1}{3}(\overline{I}_1 + \overline{I}_2 + \overline{I}_3)$$

$$\overline{I}_d = \frac{1}{3}(\overline{I}_1 + a\overline{I}_2 + a^2\overline{I}_3) \tag{7}$$

$$\overline{I}_i = \frac{1}{3}(\overline{I}_1 + a^2\overline{I}_2 + a\overline{I}_3)$$

şi adoptăm notaţiile :

$$\overline{U}_d\overline{I}_d^* = U_d I_d\cos\varphi_d + jU_d I_d\sin\varphi_d = P_d + jQ_d$$

$$\overline{U}_i\overline{I}_i^* = U_i I_i\cos\varphi_i + jU_i I_i\sin\varphi_i = P_i + jQ_i \tag{8}$$

$$\overline{U}_d\overline{I}_i^* = U_d I_i\cos\varphi_{di} + jU_d I_i\sin\varphi_{di} = P_{di} + jQ_{di}$$

$$\overline{U}_i\overline{I}_d^* = U_i I_d\cos\varphi_{id} + jU_i I_d\sin\varphi_{id} = P_{id} + jQ_{id}.$$

Deoarece reţeaua trifazată luată în considerare nu are fir neutru, avem :

$$\overline{I}_1 + \overline{I}_2 + \overline{I}_3 = 0$$

de unde :

$$\overline{I}_0 = 0. \tag{7'}$$

Pe baza relaţiilor de mai sus, obţinem :

$$\overline{U}_{12} = \overline{U}_1 - \overline{U}_2 = -\sqrt{3}\ j\,(a\overline{U}_d - a^2\overline{U}_i) \tag{9}$$

$$\overline{U}_{13} = \overline{U}_1 - \overline{U}_3 = \sqrt{3}\,j\,(a^2\overline{U}_d - a\overline{U}_i) \tag{10}$$

$$\overline{I}_1^* = \overline{I}_d^* + \overline{I}_i^* \tag{11}$$

Întrucît

$$a = e^{j\frac{2\pi}{3}} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

şi

$$a^2 = e^{-j\frac{2\pi}{3}} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2},$$

utilizînd notaţiile (8) şi relaţiile (9) la (11) rezultă :

$$Re[\overline{U}_{12}\overline{I}_1^*] = \frac{\sqrt{3}}{2}[\sqrt{3}(P_d + P_i) - (Q_d - Q_i) + \sqrt{3}\,(P_{di} + P_{id}) - (Q_{di} - Q_{id})]$$

$$Re[\overline{U}_{13}\overline{I}_1^*] = \frac{\sqrt{3}}{2}[\sqrt{3}(P_d + P_i) + (Q_d - Q_i) + \sqrt{3}\,(P_{di} + P_{id}) + (Q_{di} - Q_{id})] \tag{12}$$

Adică, expresia (3') se poate scrie şi sub forma :

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sqrt{3}[(P_d+P_i)+(P_{di}+P_{id})] + [(Q_d-Q_i)+(Q_{di}-Q_{id})]}{\sqrt{3}[(P_d+P_i)+(P_{di}+P_{id})] - [(Q_d-Q_i)+(Q_{di}-Q_{id})]}. \tag{3''}$$

Deoarece, scala fazmetrului este astfel gradată încît să fie satisfăcută expresia (4)

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sqrt{3} + \operatorname{tg}\varphi_m}{\sqrt{3} - \operatorname{tg}\varphi_m},$$

unde φ_m este „defazajul" măsurat de aparat în orice situaţie (prin valori ale lui cos φ_m), rezultă, pe baza expresiei (3''), următoarea relaţie pentru φ_m :

$$\operatorname{tg}\varphi_m = \frac{(Q_d-Q_i)+(Q_{di}-Q_{id})}{(P_d+P_i)+(P_{di}+P_{id})}. \tag{13}$$

Notăm cu $\varepsilon_U = \frac{U_i}{U_d}$ gradul de nesimetrie al tensiunilor şi cu $\varepsilon_I = \frac{I_i}{I_d}$ gradul de nesimetrie al curenţilor.

Utilizînd din nou expresiile (8), obţinem din (13) următoarea formă, pentru expresia ce determină defazajul măsurat de fazmetrul electrodinamic, într-o reţea trifazată cu nesimetrie totală *) :

$$\operatorname{tg}\varphi_m = \frac{\sin\varphi_d - \varepsilon_U\varepsilon_I\sin\varphi_i + \varepsilon_I\sin\varphi_{di} - \varepsilon_U\sin\varphi_{id}}{\cos\varphi_d + \varepsilon_U\varepsilon_I\cos\varphi_i + \varepsilon_I\cos\varphi_{di} + \varepsilon_U\cos\varphi_{id}}. \tag{14}$$

*) Pentru unele detalii, asupra calculelor din acest paragraf, se poate consulta [5].

*) Trebuie precizat că relaţia (14) este riguros valabilă, în regim armonic, chiar dacă relaţiile (2) nu sînt riguros valabile ; acest lucru se poate constata observînd modul de deducere a relaţiei (3).

Se vede că la simetrie totală ($\varepsilon_U = \varepsilon_I = 0$) avem $\operatorname{tg}\varphi_m = \operatorname{tg}\varphi_d$, adică, gradarea fiind făcută tocmai pentru această situație, măsurarea nu este însoțită de eroare de metodă (în acest caz $\varphi = \varphi_d$).

Analiza indicației fazmetrului electrodinamic într-o rețea trifazată cu nesimetrie simplă

$$(\varepsilon_U = 0, \varepsilon_I \neq 0)$$

Aparatul dă indicații corecte — neînsoțite în mod sigur de erori de metodă — numai în cazul unei simetrii totale în rețea. O asemenea stare, destul de ușor realizabilă în laborator, este, în general, greu de realizat în exploatare, unde de cele mai multe ori, rețeaua lucrează la nesimetrie simplă cu $\varepsilon_U = 0$ și $\varepsilon_I \neq 0$. În această situație avem din (14) :

$$\operatorname{tg}\varphi_m = \frac{\sin\varphi_d + \varepsilon_I \sin\varphi_{di}}{\cos\varphi_d + \varepsilon_I \cos\varphi_{di}}. \qquad (14')$$

Practic, interesează cazurile cînd :

— rețeaua este încărcată, inductiv ;
— $\varepsilon_1 \leqslant 0{,}2$*)
— $0{,}3 \leqslant \cos\varphi \leqslant 1$.

De notat că φ_{di}, defazajul dintre $\overline{U}_d$ și $\overline{I}_i$ poate căpăta valori cuprinse între 0° și 360°. În aceste condiții, studierea problemei prezintă interes pentru exploatările electroenergetice din țara noastră, unde datorită ritmului rapid de dezvoltare a industriei cît și cererilor mereu sporite de energie electrică, sistemele electroenergetice sînt nevoite să lucreze, de multe ori, în condiții de nesimetrie simplă, în limitele precizate mai sus.

Pentru orice situație în cadrul nesimetriei simple, cos φ al rețelei, definit prin expresia :

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}},$$

are valoarea (ținînd seama că $P = 3\,(P_d + P_i)$ și $Q = 3\,(Q_d + Q_i)$ [5]

$$\cos\varphi = \frac{\cos\varphi_d + \varepsilon_U \varepsilon_I \cos\varphi_i}{\sqrt{1 + (\varepsilon_U \varepsilon_I)^2 + 2\varepsilon_U \varepsilon_I \cos(\varphi_d - \varphi_i)}} = \cos\varphi_d. \qquad (15)$$

Se observă din (14') că, la φ_d și $\varepsilon_I \neq 0$ dați, avem $\operatorname{tg}\varphi_m = \operatorname{tg}\varphi_d$ doar pentru anumite valori particulare ale lui φ_{di} (de exemplu la $\cos\varphi = 1$ această valoare particulară este $\varphi_{di} = 0$, la $\cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ea este $\varphi_{di} = \pm 45°$ etc.). În general, $\operatorname{tg}\varphi_m \neq \operatorname{tg}\varphi_d$ (deci, și $\cos\varphi_m \neq \cos\varphi_d = \cos\varphi$), adică la nesimetrie simplă indicația fazmetrului electrodinamic este, de obicei, însoțită de erori de metodă.

Pe baza expresiei (14') să analizăm cum variază indicațiile aparatului, la schimbarea condițiilor de lucru din rețea în limitele practice precizate mai sus. Din această analiză, vom putea trage concluzii, privitoare la condițiile în care indicațiile fazmetrului sînt valabile, în limitele unei aproximații impuse.

Trebuie precizat că prezența în expresia (14') a defazajului φ_{di}, ce nu poate fi determinat ușor cu mijloace obișnuite, face ca, la $\varphi_d = \varphi$ și ε_I dați, să nu putem deduce, practic vorbind, valoarea indicației aparatului. În asemenea condiții, putem însă să deducem, indiferent de valoarea lui φ_{di}, între ce limite se poate găsi indicația fazmetrului.

La φ și ε_I dați, $\operatorname{tg}\varphi_m$ (deci și $\cos\varphi_m$ indicat de aparat) capătă valori extreme pentru acele valori ale lui φ_{di}, care anulează derivata în raport cu φ_{di} a expresiei lui $\operatorname{tg}\varphi_m$. Rezultă, din anularea derivatei, relația :

$$\cos\varphi_{di}\cos\varphi_d + \sin\varphi_{di}\sin\varphi_d + \varepsilon_I = 0,$$

care se mai poate scrie

$$\cos(\varphi_{di} - \varphi) + \varepsilon_I = 0. \qquad (16)$$

Rezultă următoarele valori ale lui φ_{di} pentru care $\operatorname{tg}\varphi_m$, la φ și ε_I dați, capătă valori extreme :

$$\varphi_{di_1} = (\varphi - \arcsin\varepsilon_I) - \frac{\pi}{2}$$

$$\varphi_{di_2} = (\varphi + \arcsin\varepsilon_I) + \frac{\pi}{2}. \qquad (17)$$

Adică, la φ și ε_I dați, pe baza expresiilor (14') și (17), $\operatorname{tg}\varphi_m$ capătă valori minime și $\cos\varphi_m$ capătă valori maxime pentru

$$\sin\varphi_{di_1} = -\cos(\varphi - \arcsin\varepsilon_I)$$

și

$$\cos\varphi_{di_1} = \sin(\varphi - \arcsin\varepsilon_I);$$

$\operatorname{tg}\varphi_m$ capătă valori maxime și $\cos\varphi_m$ capătă valori minime pentru $\sin\varphi_{di_2} = \cos(\varphi + \arcsin\varepsilon_I)$ și $\cos\varphi_{di_2} = -\sin(\varphi + \arcsin\varepsilon_I)$.

Calculele arată că, în limitele condițiilor precizate privind ε_I și cos φ și, ținînd seamă de aspectul relației (14'), se poate lucra cu valorile aproximative :

$$\varphi_{di_1} \simeq \varphi - \frac{\pi}{2} \quad \text{și} \quad \varphi_{di_2} \simeq \varphi + \frac{\pi}{2}; \qquad (17')$$

prin aceasta, se obțin valori extreme $\cos\varphi_{m_1}$ și $\cos\varphi_{m_2}$ pentru $\cos\varphi_m$, practic egale cu cele corecte, calculate cu ajutorul valorilor (17) *).

*) Este de remarcat că grade de nesimetrie ale curenților în limitele prevăzute se pot obține pentru valori, nu cu mult diferite între ele ale curenților de linie ; de exemplu, pentru $I_1 = 10$ A ; $I_2 = 9A$; $I_3 = 11$ A se obține, pe cale grafică $\varepsilon_I \simeq 0{,}11$.

*) De exemplu, în cazul defavorabil — pentru aproximația indicată — cînd $\cos\varphi = 1$ și $\varepsilon_I = 0{,}20$, valorile corecte sînt $\cos\varphi_{m_1} = 0{,}980$ cap. și $\cos\varphi_{m_2} = 0{,}980$ ind., iar cele aproximative sînt $\cos\varphi_{m_1} \simeq 0{,}981$ cap. și $\cos\varphi_{m_2} \simeq 0{,}981$ ind.

Deci, pentru calculul extremelor indicației aparatului se pot utiliza relațiile :

$$\operatorname{tg}\varphi_{m_1} \simeq \frac{\sin\varphi - \varepsilon_I \cos\varphi}{\cos\varphi + \varepsilon_I \sin\varphi} \text{ și } \operatorname{tg}\varphi_{m_2} \simeq \frac{\sin\varphi + \varepsilon_1 \cos\varphi}{\cos\varphi - \varepsilon_I \sin\varphi}. \quad (18)$$

Făcînd calculele pentru $\operatorname{tg}\varphi_m$ (de unde se deduce $\cos\varphi_m$ cu ajutorul tabelelor trigonometrice sau al riglei de calcul), la $\cos\varphi = \cos\varphi_d = 0{,}3\ ;0{,}5\ ;0{,}7\ ;0{,}9\ ;1$, se găsesc domeniile

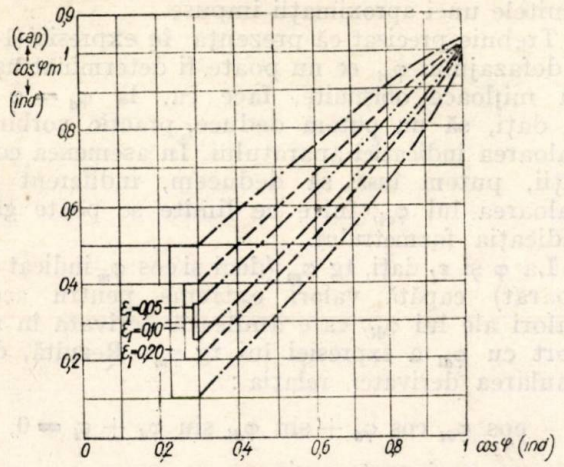


Fig. 2. Domeniile maxime posibile de existență ale lui cos $\varphi_m = F(\cos\varphi)$ pentru $\varepsilon_I = 0{,}05\ ;\ 0{,}10\ ;\ 020$

maxime posibile de existență ale lui cos φ_m, în funcție de cos φ, atunci cînd $\varepsilon_I = 0{,}05\ ;\ 0{,}10\ ;\ 0{,}20$ (fig. 2). Din figură se observă că domeniul maxim posibil de existență a lui cos φ_m este cu atît mai îngust, cu cît ε_I este mai mic și cos φ mai mare.

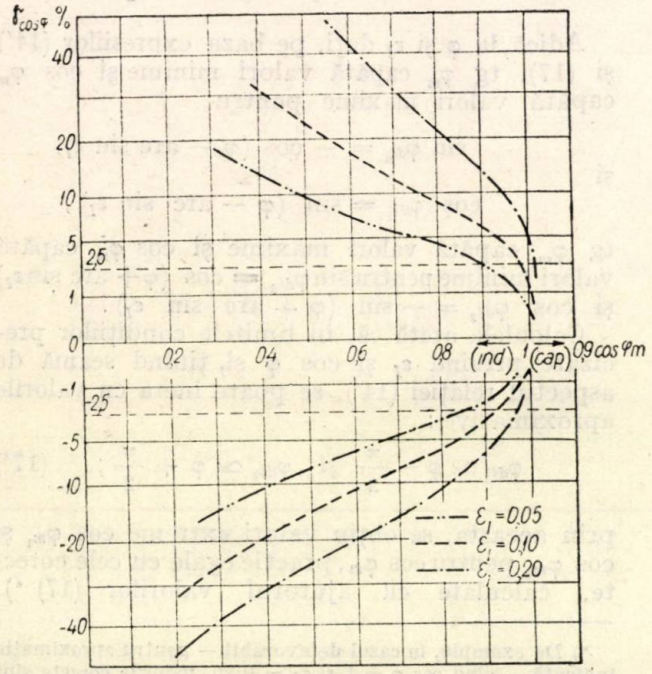


Fig. 3. Domeniile maxime posibile de existență ale lui $\gamma_{\cos\varphi} = f(\cos\varphi_m)$ pentru $\varepsilon_I = 0{,}05\ ;\ 0{,}10\ ;\ 0{,}20$.

Datele obținute din calcule, permit să se găsească valorile corespunzătoare ale erorii relative de metodă, pe baza expresiei

$$\gamma_{\cos\varphi} = \frac{\cos\varphi_m - \cos\varphi}{\cos\varphi} 100 \ [\%]. \quad (19)$$

Domeniile maxime posibile de existență ale lui $\gamma_{\cos\varphi}$ în funcție de cos φ_m, pentru aceleași valori ale lui ε_I, sînt indicate în fig. 3 (pentru o mai bună citire în domeniul erorilor mici, scara ordonatelor este pătratică). Se vede că și pentru $\gamma_{\cos\varphi}$ domeniul maxim posibil de existență este cu atît mai îngust, cu cît ε_I este mai mic și cos φ este mai mare.

Curbele trasate în fig. 3 permit ca, la ε_I dat, să se aprecieze care este valoarea minimă a mărimii cos φ_m, măsurată de aparat, pentru care eroarea de metodă $\gamma_{\cos\varphi}$ nu depăște o anumită valoare absolută impusă. Valorile corespunzătoare, extrase din diagramă, sînt indicate în tabela 1.

Tabela 1

$\lvert\gamma_{\cos\varphi}\rvert$ %	ε_I	cos φ_m (ind.)
$\leqslant 2{,}5$	0,05	$\geqslant$ 0,875
	0,10	$\geqslant$ 0,975
	0,20	—
$\leqslant 5$	0,05	$\geqslant$ 0,725
	0,10	$\geqslant$ 0,925
	0,20	$\geqslant$ 0,990
$\leqslant 10$	0,05	$\geqslant$ 0,475
	0,10	$\geqslant$ 0,750
	0,20	$\geqslant$ 0,940

Aceasta înseamnă, că dacă, de exemplu, indicația aparatului este cel puțin egală cu 0,725 și ε_I nu depășește valoarea 0,05, eroarea care însoțește măsurarea este în mod sigur mai mică de 5% ; bine înțeles, că această eroare poate avea valoarea reală cu mult mai mică de 5%, la limită chiar și 0 %, în funcție de valoarea pe care o are în timpul măsurării defazajului φ_{di}. Altfel spus, valorile date în tabelă ne permit ca, situîndu-ne în limitele condițiilor respective, să avem, cu certitudine, garanția unor determinări valabile, cu o aproximație aleasă de noi sau impusă de importanța și rolul măsurării.

Concluzii

1. Utilizarea metodei simbolice și a teoriei componentelor simetrice permite stabilirea, cu destulă ușurință, a expresiei (14), care dă ,,defazajul'' măsurat de fazmetrul electrodinamic, în cazul general al unei rețele trifazate cu nesimetrie totală.

2. La nesimetrie simplă în rețea, indicațiile aparatului diferă, în general, de mărimea de

măsurat; domeniile maxime de existență ale indicației aparatului și ale erorii de metodă, care însoțește măsurarea, se pot calcula pornind de la relații simple (18) și depind de condițiile de lucru din rețea (v. fig. 2 și 3).

3. Pentru activitatea practică-dată fiind situarea frecventă a rețelelor noastre în condiții de nesimetrie simplă - prezintă interes cunoașterea valorilor minime ale indicației aparatului, pentru care eroarea de metodă nu depășește anumite valori alese sau impuse (v. tabela 1).

4. La nesimetrie simplă în rețea, măsurarea factorului de putere se face cu eroare de metodă nulă, numai dacă se dispune de un fazmetru capabil să măsoare $\cos \varphi = \cos \varphi_d$. Un asemenea aparat utilizează, fie filtre de componente simetrice, fie — [2] — un logometru electrodinamic dublu.

Bibliografie

[1] *Arutiunov V. O.*: Instrumente și aparate electrice de măsurat (trad. lb. rusă) Ed. Tehnică, București, 1952.

[2] *Arutiunov V. O.*: Elektromehaniceskie logometri, Gosenergoizdat, Moscova, 1956.

[3] *Baida L. I.* ș.a.: Curs general de măsurări electrice (trad. lb. rusă). Ed. Energ. Stat, București, 1953.

[4] *Bigorgne R.*: Mesures électriques, vol. III, Eyrolles, Paris, 1946.

[5] *Preda M.* și *Ambrozie C.*: Posibilități de măsurare a puterii reactive și a energiei reactive în rețele trifazate nesimetrice. Electrotehnica, 5(1957) 1, 19—27.

Intrat în redacție la 12.XII.1957

NOTE

Cuplul electromagnetic al mașinilor de curent continuu

CONSTANTIN BĂLĂ — București *)

CZ 621.313.2.016.1

Una dintre mărimile caracteristice ale mașinilor electrice o constituie cuplul electromagnetic produs în mașină. În prezent există cîteva metode indirecte sau aproximative, prin care se determină expresia cuplului electromagnetic al mașinii de curent continuu avînd înfășurarea indusului dispusă în crestături.

Într-una din metode se consideră conductoarele înfășurării indusului ca fiind dispuse la periferia rotorului; se calculează astfel cuplul care se exercită între stator și rotor determinînd în prealabil forțele $f = l_i . I . B_\delta$ care se exercită asupra conductoarelor de lungime l_i străbătute de curentul I și situate în cîmpul magnetic B_δ din întrefier. De fapt, forțele determinate prin aceste metode sînt fictive, fiindcă în realitate conductoarele sînt situate în cîmpul magnetic din crestături, mult mai slab decît cîmpul magnetic din întrefier; deci și forțele care se exercită în realitate asupra conductoarelor dispuse în crestături sînt mici în raport cu forțele care s-ar exercita asupra conductoarelor din întrefier.

Se poate determina expresia cuplului, dacă se calculează întîi puterea electromagnetică interioară din bilanțul puterilor din mașină.

O metodă exactă prin care se pot stabili și regiunile din spațiu în care sînt localizate forțele electromagnetice, constă în determinarea acestor forțe cu ajutorul tensorului tensiunilor lui Maxwell [1].

Primele două metode sînt expuse în tratatele de mașini electrice, ultima metodă, corectă și exactă, a fost folosită cu succes în multe lucrări de specialitate.

O altă metodă prin care se pot calcula forțele electromagnetice din mașinile electrice folosește teorema forțelor lagrangiene; această metodă corectă, a fost preferată în majoritatea lucrărilor privitoare la această temă, datorită simplității în calcul. Într-o lucrare recentă [2] sînt studiate în special forțele generale din mașinile electrice cu întrefier constant.

În această lucrare vom stabili expresia cuplului electromagnetic — produs în regim staționar în mașina de curent continuu — prin aplicarea teoremei forțelor lagrangiene.

Fie W_m energia magnetică din mașina de curent continuu, iar q_K — o coordonată generală în direcția căreia se poate da armăturii mobile o deplasare virtuală compatibilă cu legăturile; teorema forțelor lagrangiene se poate exprima într-una din formele:

$$Q_K = -\left(\frac{\partial W_m}{\partial q_K}\right)_{\Phi = \text{const.}} \quad ; \quad Q_K = \left(\frac{\partial W_m}{\partial q_K}\right)_{I,\mu = \text{const.}} \tag{1}$$

care formal sînt echivalente.

Pentru determinarea cuplului, trebuie să calculăm întîi energia magnetică din mașină.

Expresia cuplului electromagnetic al mașinilor de curent continuu nesaturate stabilită prin teorema forțelor lagrangiene

Considerăm cazul general al unei mașini de curent continuu, prevăzută cu înfășurare de compensare și avînd periile decalate din axa neutră cu unghiul β (fig. 1, *a*), astfel încît $\beta < \frac{\pi}{2}(1 - \alpha_i)$ spre a se obține o comutație satisfăcătoare.

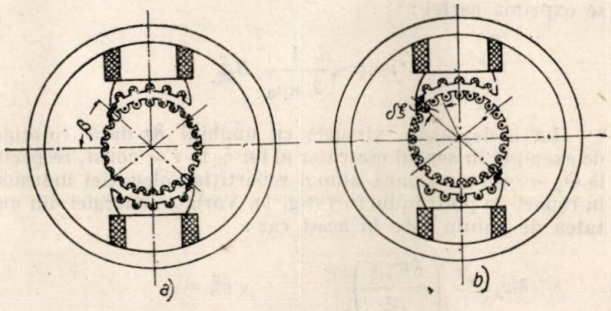


Fig. 1. Secțiune transversală prin mașina de curent continuu: *a* — poziția rotorului la un moment dat; *b* — deplasarea virtuală a rotorului cu unghiul $\delta\xi$ la I = const.

În expresia energiei magnetice din mașină intervine inducția magnetică care trebuie determinată. Presupunem că circuitul magnetic al mașinii are caracteristica de magnetizare liniară.

*) Ing. C. Bălă este candidat în științe tehnice și șef de laborator la Institutul de energetică al Academiei R.P.R.

Fie δ' lărgimea echivalentă a întrefierului dintre talpa polului și indus prin care se ține seamă de prezența crestăturilor și de faptul că permeabilitatea magnetică a miezului feromagnetic este finită.

Descompunem solenația totală Θ_2 de reacție a indusului în două solenații componente :

Θ_{2q} — solenația totală transversală, cuprinsă în unghiul $\pi - 2\beta$ și a cărei axă coincide cu axa neutră a polilor inductori ;

Θ_{2d} — solenația totală longitudinală, cuprinsă în unghiul 2β și a cărei axă coincide cu axa polilor inductori.

În fig. 2 s-a prezentat o secțiune transversală desfășurată prin mașina de curent continuu și repartiția cîmpului magnetic din întrefier.

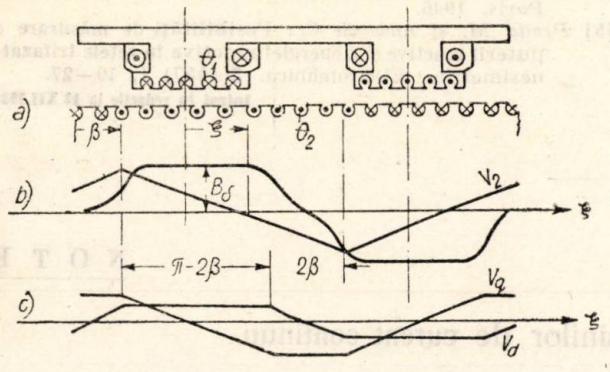


Fig. 2.

a — secțiunea transversală desfășurată prin mașina de curent continuu ; *b* — curba cîmpului magnetic inductor B_δ și a tensiunii magnetice $V_2 = \int \vartheta_2 d\xi$; *c* — curba tensiunii magnetice : $V_d = \int \vartheta_{2d} \xi \, d\xi$ — de reacțiune longitudinală ; $V_q = \int \vartheta_{2q} \xi \, d\xi$ — de reacțiune transversală.

Inducția magnetică în întrefier la unghiul ξ (pentru $-\frac{\alpha_i \pi}{2} \leqslant \xi \leqslant \frac{\alpha_i \pi}{2}$) în raport cu axa polului este :

$$B_{\delta\xi} = B_\delta + \frac{\varkappa \mu_0}{2\delta'_\xi} \left[\Theta_{2d} + \Theta_{cd} + \int_{-\xi}^{\xi} (\vartheta_{q\xi} + \vartheta_{c\xi}) \, d\xi \right] \quad (2)$$

unde :

B_δ este inducția magnetică din întrefier, produsă de solenația de excitație din stator ;

δ'_ξ — lărgimea echivalentă a întrefierului la unghiul ξ ;

Θ_{cd} — solenația de compensare longitudinală ;

$\vartheta_{q\xi}, \vartheta_{c\xi}$ — solenațiile specifice de reacție transversală și de compensare.

Energia magnetică din unitatea de volum din întrefier se exprimă astfel :

$$w_{m\xi} = \frac{1}{2 \varkappa \mu_0} B_{\delta\xi}^2.$$

La o deplasare virtuală cu unghiul $\delta\xi$ dată rotorului de exemplu în sensul crescător al lui ξ, la $i = \text{const}$, respectiv la $\Theta_2 = \text{const}$, variază numai repartiția solenației indusului în raport cu polii inductori (fig. 1). Variația energiei din unitatea de volum este în acest caz :

$$\delta w_{m\xi} = \left(\frac{\partial w_{m\xi}}{\partial \xi} \right)_{I_2 = \text{const.}} \cdot \delta\xi = \frac{1}{\varkappa \mu_0} B_{\delta\xi} \left(\frac{\partial B_{\delta\xi}}{\partial \xi} \right)_{I_2 = \text{const.}} \delta\xi. \quad (3)$$

Din relația (2) se obține :

$$\left(\frac{\partial B_{\delta\xi}}{\partial \xi} \right)_{I_2 = \text{const.}} = \frac{\varkappa \mu_0}{\delta'_\xi} \vartheta_\xi .$$

Relația (3) se poate scrie astfel :

$$\delta w_{m\xi} = \frac{1}{\delta'_\xi} \cdot B_{\delta\xi} \vartheta_{\xi\,\delta\xi} . \quad (3')$$

Variația totală a energiei este :

$$\delta W_m = \oint \delta w_{m\xi} \cdot l_i \cdot \delta'_\xi \cdot R \, d\xi$$

unde R este raza indusului, iar l_i — lungimea ideală a indusului ; înlocuind pe $\delta w_{m\xi}$ din relația (3) se poate scrie :

$$\delta W_{m\xi} = \delta\xi \cdot R l_i \oint B_{\delta\xi} \vartheta_\xi \cdot d\xi$$

iar cuplul care se produce este :

$$M = \left(\frac{\delta W_m}{\delta \xi} \right)_{I_2 = \text{const.}} = R l_i \oint B_{\delta\xi} \cdot \vartheta_\xi \cdot d\xi , \quad (4)$$

Expresia (4) stabilită și pentru mașina de curent continuu coincide cu expresia cuplului mașinilor de curent alternativ.

Considerăm că, întrefierul variază într-un pas polar astfel :

$$-\frac{\pi}{2} \leqslant \xi \leqslant -\frac{\alpha_i \pi}{2} \qquad \delta'_\xi = \infty$$

$$-\frac{\alpha_i \pi}{2} \leqslant \xi \leqslant \frac{\alpha_i \pi}{2} \qquad \delta'_\xi = \delta' \qquad \text{(practic } \delta'_\xi \gg \delta' \text{)}$$

$$\frac{\alpha_i \pi}{2} \leqslant \xi \leqslant \frac{\pi}{2} \qquad \delta_\xi = \infty \text{ (practic } \delta_\xi \gg \delta' \text{).}$$

Pentru mașina cu $2p$ poli, relația (4) se poate scrie astfel :

$$M = 2p l_i R \left[B_\delta + \frac{\varkappa \mu_0}{2\delta'} (\Theta_{2d} + \Theta_{cd}) \right] \int_{-\frac{\alpha_i \pi}{2}}^{\frac{\alpha_i \pi}{2}} \vartheta_\xi \, d\xi + p l_i R \frac{\varkappa \mu_0}{2\delta'} \int_{-\frac{\alpha_i \pi}{2}}^{\frac{\alpha_i \pi}{2}} \vartheta_\xi \left[\int_{-\xi}^{\xi} (\vartheta_{q\xi} + \vartheta_{c\xi}) \, d\xi \right] d\xi$$

După cum se vede și din fig. 2, ultima integrală are o valoare neglijabilă în raport cu prima integrală. Conductoarele indusului sînt repartizate în crestături și solenația ϑ_ξ are o repartiție discretă, iar prima integrală este cuprinsă între două limite ; în acest caz prima integrală se reduce de fapt la o sumă

$$M = 2p l_i R (B_\delta + B_d) \sum_{-\frac{\alpha_i \pi}{2}}^{\frac{\alpha_i \pi}{2}} \vartheta_\xi \Delta\xi$$

unde

$$B_d = \frac{\varkappa \mu_0}{2\delta} (\Theta_{2d} + \Theta_{cd}).$$

Notăm valoarea medie a acestei sume astfel :

$$\left[\sum_{-\frac{\alpha_i \pi}{2}}^{\frac{\alpha_i \pi}{2}} \vartheta_\xi \Delta\xi \right]_{med} = \alpha_i \tau A ,$$

unde τ este pasul polar: A — pînza de curent, definită astfel: $A = \frac{NI_2}{2a\,2p\,\tau}$, $2a$ fiind numărul de căi de curent, iar N — numărul de conductoare al înfăşurării indusului.

Expresia cuplului mediu se poate scrie astfel:

$$M_{med} = \frac{p}{2\pi}\frac{N}{a}\alpha_i l_i \tau (B_\delta + B_d) I_2. \qquad (5)$$

Expresia (5) este identică cu expresia cuplului stabilită în ipoteza formală că toate conductoarele indusului sînt situate în întrefier.

Dacă $B_\delta = 0$, $\beta \neq 0$ şi $\Theta_{cd} = 0$, în maşini se produce cuplul a cărei expresie este:

$$M_{med} = \frac{p}{2\pi}\frac{N}{a}\alpha_i l_i \tau \frac{\varkappa \mu_0}{2\delta'}\Theta_{d2} I_2.$$

Constatarea experimentală a acestui cuplu a făcut-o C. Kinzbrunner [3]; o maşină anizotropă de curent continuu de acest tip (fără înfăşurare de excitaţie pe stator) a propus J. Pestarini [4]. De avantajele acestei maşini s-a ocupat în ultimii ani Al. Fransua [5].

Bibliografie

[1] *Humburg K.*: Die Entstehung des Drehmomentes in elektrischen Maschinen. Elektrotechn.Z. — **71**(1950), 311—312.

[2] *Răduleţ R.*: Forţele generale în maşinile electrice. Extras d n buletinul ştiinţific al Institutului de căi ferate „Gh. Gheorghiu Dej", ed. 1957, 22 pag.

[3] *Kinzbrunner C*: Über die Bestimmung der Reibungs verluste von Gleichstrommaschinen. Elektrotechn. Z. **24** (1903) 451—453.

[4] *Pestarini J.M.*: Metadyne statics. John Wiley Sons Inc. New York, 1952.

[5] *Fransua Al.*: Studiul unei maşini electrice de curent continuu cu caracteristica serie, fără înfăşurare de excitaţie, folosind fluxul de reacţie al indusului. Autoreferat. Revista Studii şi Cercetări de Energetică **6** (1956) 3.

Intrat în redacţie la 25. III. 1958

Referate

Electrotehnică generală

CZ 517·512.2

Determinarea grafică a coeficienţilor seriei Fourier [După W. H. M d d e n d o r f: Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. **75** (1956) part. I., 478—482].

Articolul examinează exactitatea de calcul dată de metodele clasice de analiză armonică aproximativă: metoda aproximaţiilor dreptunghiulare şi metoda neglijării armonicelor superioare a lui Fischer-Hinnen. Se ajunge la concluzia că se pot comite erori de 100% prin aceste metode, dacă gradul de aproximaţie este insuficient de bun. Se propune apoi o nouă metodă de analiză armonică grafică aproximativă, bazată pe aproximarea în trei moduri diferite a expresiilor integrale care dau coeficienţii seriei Fourier. În acest fel se pot obţine precizii în calcule foarte bune faţă de metodele clasice. Metoda se aplică în trei cazuri de analiză armonică a unei forme de undă nesinusoidală.

Se conchide că o combinare între metoda lui Fischer-Hinnen pentru calculul primelor armonice şi metoda propusă în articol, pentru calculul armonicelor superioare, reprezintă cea mai bună soluţie în ce priveşte complexitatea minimă de calcul şi precizia obţinută.

Gh. R. I.

CZ 551.594.221: 621.316.93.014.1

Amplitudinea, timpul la semiamplitudine şi viteza de creştere a curenţilor datoriţi trăsnetului. [După N. H y l t e n - C a v a l l i u s şi A. S t r ö m b e r g: ASEA — Rev., **29** (1957) 1, 3—8; 12 fig.].

Se dau rezultatele unor determinări efectuate de-a lungul anilor 1950—1955 în treimea meridională a Suediei, într-o regiune în care sînt în medie zece zile de furtună pe an. Vitezele de creştere ale curenţilor au fost măsurate cu indicatoare constituite în principiu dintr-o bobină, în care curentul de trăsnet induce t.e.m. proporţionale cu viteza sa de variaţie. Capetele bobinei sînt legate la un eclator, în deschiderea căruia se aşază o capsulă care explodează la amorsarea eclatorului. Aparatul complet are şase asemenea bobine, calibrate pentru 1,3, 10, 30, 100 şi 300 kA/μs (fiecare capsulă putînd fi schimbată automat de cinci ori) şi viteza maximă poate fi încadrată în unul din aceste intervale. Amplitudinea şi durata se măsoară cu aşa numitele bare în T, constituite din patru mici magneţi într-o teacă de plexiglas, trei din magneţi avînd în jurul lor înfăşurări de amortisment astfel, încît magnetizarea lor depinde de durata curentului. Magnetul neamortizat măsoară amplitudinea curentului. Trei asemenea bare, fixate pe un suport la distanţe convenabile de firul paratonerului, dau o plaje de 0,5 la 150 kA şi 1—500 μs. Din interpretarea statistică a rezultatelor celor 37 de încercări rezultă:

— în privinţa intensităţilor, aproximativ de două ori în 100 de ani un coş sau o construcţie asemănătoare sînt lovite de trăsnet cu o intensitate de cel puţin 5 kA, şi în general logaritmul probabilităţii unei anumite intensităţi a curentului variază aproximativ liniar cu intensitatea curentului;

— în privinţa vitezelor de creştere, cele de peste 100 kA/μs sînt foarte rar întîlnite;

— în privinţa timpilor la semiamplitudine, aceştia variază cu intensitatea curentului după o curbă de acelaşi tip ca pentru repartiţia intensităţilor, cu o valoare medie de 40 μs şi între 10 şi 100 μs;

— în privinţa duratei frontului de undă (definită prin citul dintre amplitudinea curentului şi viteza lui de creştere) repartiţia este tot de acelaşi tip, cu o valoare medie de circa 2 μs şi între 0,3 şi 10 μs;

— în privinţa formei undei de curent, nu s-a putut stabili o dependenţă a ei de amplitudine, totuşi s-a putut observa că amplitudinile mari nu se asociază în general cu pante mari ale frontului undei.

S. M.

Instalaţii de alimentare cu energie

CZ 621.311.4:669.1.015.5

Sisteme energetice pentru uzine siderurgice. [După H. N. C o x şi L. G. L e v o y: Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. II, **76** (1957) 1, 339—348].

Se prezintă pe larg problemele ridicate de alimentarea cu energie electrică a marilor uzine siderurgice. O uzină siderurgică modernă îşi poate produce în mod economic întreaga cantitate de energie electrică necesară utilizînd căldura pierdută şi gazele ce însoţesc procesul de fabricaţie. Astfel, la o producţie zilnică de 1 500 t oţel brut gazele utilizabile pot genera aproximativ 20 000 kW. Consumul de energie variază în funcţie de utilajul folosit. Se descrie instalaţia electrică a unei uzine siderurgice, linia de înaltă tensiune, staţiile de transformare, alimentarea electromotoarelor, reţeaua de curent continuu, sistemul de protecţie şi control. Sînt interesante indicaţiile privind tendinţele de viitor ale acestor instalaţii. Se tinde spre interconectarea reţelei proprii, realizate prin utilizarea gazelor de furnal şi a căldurii pierdute, cu reţeaua de utilitate publică. Pentru motoarele peste 2 000 CP se va utiliza tensiunea de 13,8 kV, menţinîndu-se tensiunea de 2,3 kV pentru motoare între 200 şi 2 000 CP.

Staţiile de conectare vor fi, în general, exterioare şi echipate cu transformatoare de legătură prevăzute cu comutator de tensiune sub sarcină şi cu ventilatoare de răcire în cazul suprasarcinilor. Întreruptoarele sînt fără ulei, în cutii metalice, montate fie în camera electromotorului, fie în aer liber, dacă sînt protejate contra picăturilor de apă. Tensiunea joasă este de 480 V la barele de alimentare, respectiv 440 V la bornele motoarelor, iar frecvenţa normală de 60 Hz. Astăzi este unanim recunoscută oportunitatea legării la pămînt a neutrului indiferent de tensiunea reţelei. Pentru bobinele de acţionare ale întreruptoarelor se trece de la 125 V la 250 V în curent continuu, această tensiune necesită o întreţinere redusă a aparatajului. În ce priveşte reţeaua de curent continuu se tinde spre utilizarea redresoarelor.

I.C.

Maşini şi transformatoare

CZ 621.314.2.002 (8)

Construcţia transformatoarelor în U.R.S.S. [După I. S. Krongauz: Vestn. Electroprom. **28**(1957)11,16—25].

Se face o trecere în revistă a principalelor etape de dezvoltare a construcţiei de transformatoare în U.R.S.S. Se descrie prima serie de unităţi cu puteri pînă la 5 600 kVA şi 35 kV şi comparativ, noile tipuri realizate în anii 1956—1957, cu gabarite şi greutăţi specifice mult scăzute, ajungînd de exemplu ca la tipul 560/6 consumul specific de ulei să fie micşorat la 47%, iar greutatea totală să fie redusă la 65%.

Cît priveşte transformatoarele de puteri şi tensiuni mari, pînă la 31 500 kVA şi 220 kV, reducerile de gabarite şi puteri specifice sînt aici mai mari.

Pentru linia de foarte înaltă tensiune Kuibîşev-Moscova au fost construite transformatoare cu tensiuni de 420 kV şi puteri pînă la 90 MVA, de tip monofazat cu două sau trei înfăşurări şi sisteme magnetice din tole laminate la rece permiţîndu-se realizarea unui miez cu înălţime redusă şi creînd posibilitatea transportării transformatoarelor asamblate pe calea ferată. Tot pentru linia de 420 kV au fost construite reactoare monofazate cu puteri unitare de cîte 50 MVA. Pentru echiparea staţiilor de transformare au fost construite reductoare de curent şi tensiune pentru tensiunea de 420 kV. Reductorul de tensiune se compune din 12 elemente montate în carcase de porţelan. Reductorul de curent are o construcţie tip cascadă în două trepte, fiecare din ele fiind montate într-o carcasă separată de porţelan. Este de menţionat că gabaritele acestui reductor au fost reduse, respectiv înalţimea micşorîndu-se de la 7 360 la 6 300 mm.

Fabricile constructoare din U.R.S.S., studiază în prezent realizarea gamei de transformatoare pentru tensiunea de 500 kV.

A.B.

CZ 621.317.722.1.015.13

Despre posibilitatea folosirii transformatoarelor de tensiune capacitive [După K. Morav: Öst. Z. Elektrotechn. **10** (1957) 4, 110—114].

Transformatoarele capacitive de tensiune sînt în esenţă divizoare de tensiune pe bază capacitivă, completate prin înserarea unei reactanţe şi a unui circuit rezonant. Funcţionarea lor se explică uşor considerînd întregul ansamblu ca un cuadripol.

Transformatoarele capacitive de tensiune se deosebesc esenţial de cele magnetice prin faptul că sînt dependente de frecvenţă; această dependenţă este cu atît mai mică cu cît capacitatea lor este mai mare. Se admite că pentru 110 kV capacitatea condensatorului trebuie să fie de circa 8 000 pF iar pentru 220 kV de circa 4 400 pF. Un mare avantaj al acestor transformatoare este rezistenţa lor la şocurile de tensiune. Pentru o bună folosire este importantă cunoaşterea comportării lor la scurtcircuite în secundar, influenţa variaţiilor de temperatură, pericolul depunerii de straturi de murdărie, cauzele care influenţează modificarea preciziei de măsură, cum şi posibilităţile de încărcare.

Folosirea transformatoarelor capacitive de tensiune este economică numai pentru tensiuni înalte, de minimum 110 kV. Aceasta rezultă şi din faptul că partea inductivă avînd un preţ aproximativ independent de tensiune intervine cu o parte însemnată în cazul tensiunilor reduse.

N.K.

CZ 631.314.2.001.24:681.142

Calculul reactanţelor transformatoarelor cu ajutorul calculatoarelor digitale [După L. Rabins: Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. **75** (1956) part. I., 261—267].

În proiectarea transformatoarelor, calculul reactanţelor de scăpări este de o mare însemnătate. Un calcul exact al acestei reactanţe conduce la integrarea unor ecuaţii diferenţiale complicate, extrem de greu de rezolvat. Din această cauză s-a procedat în trecut la o simplificare a acestor ecuaţii. În articol se analizează dimpotrivă, rezolvarea ecuaţiilor exacte cu ajutorul calculatoarelor digitale. Soluţiile respective se reprezintă sub forma unor serii Fourier, ale căror coeficienţi sînt funcţii Bessel şi Struve, care sînt programate în calculatorul digital IBM. În acest fel se consideră calculul reactanţei de scăpări între două înfăşurări, pentru care se dezvoltă metoda de analiză şi ecuaţiile respective ale reactanţei. În baza acestora se expune modul de folosire spre rezolvare a calculatoarelor digitale, indicîndu-se totodată şi rezultatele unor încercări experimentale efectuate.

Gh.R.I.

CZ 621.317: 531.775

Utilizarea maşinii unipolare pentru măsurarea turaţiei. [După V. I. Dolina: Electricestvo, **77** (1957) 2, 80—82,5 fig.].

Pentru cercetarea caracteristicilor mecanice ale maşinilor sînt necesare, adesea, traductoare de turaţie care să înregistreze atît feomene staţionare cît şi transitorii.

Condiţiile care se impun unor astfel de traductoare pentru obţinerea rezultatelor optime sînt următoarele:

a) f.e.m. dată de traductor trebuie să fie proporţională cu turaţia;

b) nu trebuie să existe deformaţii introduse de funcţionarea traductorului;

c) trebuie să permită înregistrarea la oscilograful cu bucle, fără să necesite în acest scop amplificatoare sau dispozitive speciale;

d) construcţia trebuie să fie simplă, robustă şi de dimensiuni minime.

Comparîndu-se procedeele existente s-a tras concluzia că cel mai indicat dispozitiv de înregistrare a turaţiei este maşina unipolară. Construcţia modernă a acestui tip de maşină în vederea acestui scop, prevede înlocuirea contactelor de mercur cu perii solide.

Autorul descrie un tip de maşină unipolară care corespunde condiţiilor de mai sus, construită cu magneţi permanenţi ce posedă forţă coercitivă mare şi cu rotorul din oţel moale.

După montare maşina a fost verificată la funcţionarea normală, la porniri şi accelerări. Cu ajutorul ei s-a obţinut diagrama oscilaţiilor de turaţie care au loc atunci cînd durata accelerării este mai mică sau egală cu perioada oscilaţiilor proprii.

Lucrările ulterioare au demonstrat că pentru înregistrarea acceleraţiilor, cele mai bune perspective le oferă traductoarele care funcţionează pe principiul maşinilor electrice.

S.S.

Redresoare

CZ 621.313.62

Redresoare auxiliare pentru comutarea curentului alternativ cu redresoare mecanice [După N. Marinovič şi S. Miladinič: Elektrotehn. Vestn.Ljubljana, **25** (1957) 9—10, 330—339, 14 fig].

Se propune un nou sistem de comutare pentru redresoare mecanice. Pentru a uşura explicaţia, se studiază comutaţia pentru un redresor cu comutator care prin construcţia sa are aceeaşi valoare practică. Sistemul de comutare se poate aplica şi la redresoarele cu contacte şi prezintă avantaje speciale, aplicarea sa nefiind limitată de valorile tensiunilor redresate.

Principiul comutării constă în introducerea unor redresoare auxiliare între periile redresorului mecanic. Se explică, pe scurt, fenomenele care au loc în schema propusă şi se dă o metodă de calcul pentru dimensionarea redresoarelor auxiliare în raport cu tensiunea de comutaţie şi cu tensiunea redresată.

Deoarece pentru aplicarea sistemului de comutaţie propue este neapărat necesar să se folosească tensiuni alternative

polifazate, se face un studiu şi se indică o metodă de calcul al transformatorului de alimentare. Componenta alternativă a tensiunii redresate în cazul sistemelor polifazate, reprezintă 1,5 %.

I.S.

CZ 621.314.63

Redresoare cu semiconductoare. [După D. A s h b y : Electrical Rev. **161** (1957), 14 (4 oct), 587—592].

Studiul semiconductoarelor folosite ca redresoare de putere se face pe baza caracteristicilor tensiune-curent, care decid numărul elementelor serie şi a ramurilor în paralel pentru orice proiect şi determină astfel mărimea, randamentul, reglajul tensiunii şi capacitatea de supra încărcare a redresorului. Semiconductoarele prezintă trei caracteristici importante. Rezistenţa lor variază cu sensul în care ea este măsurată şi această asimetrie permite să fie folosite ca redresoare. Rezistenţa variază invers cu temperatura, aşa că o creştere a temperaturii produce o scădere a rezistenţei. Acest coeficient negativ de temperatură poate duce la instabilitate termică şi influenţează mult tensiunea debitată de redresor. Forma caracteristicii tensiune curent este neliniară, ceea ce afectează reglajul tensiunii şi permite aplicaţii tehnice care folosesc această rezistenţă variabilă a redresorului. Limitele de folosire a fiecărui tip de redresor nu sînt precis definite şi sînt influenţate mult de condiţii de exploatare : temperaturi exterioare, eventuale suprasarcini, reglajul tensiunii. Doar tipul cu siliciu oferă volum şi greutate mică la temperatură mare. Redresoarele cu semiconductoare pot debita astfel : cuproxid şi seleniu 100 m A/cm², germaniu 100 A/cm², siliciu mult mai mult. Caracteristicile inverse-tensiunea continuă de ieşire dintr-un circuit de redresare trifazat în punte-sînt indicate în tabela 1.

Tabela 1

Oxid de cupru	6 V
Seleniu	34 V
Germaniu	de la 40 la 150 V
Siliciu[1])	de la 40 la 300 V

[1]) Utilizînd o singură diodă în serie.

În tabela 2 sînt date limitele de temperatură ale funcţionării redresoarelor cu semiconductoare.

Tabela 2

Tipul redresorului	Temperatura limită a joncţiunii °C	Temperatura de lucru a joncţiunii °C	Debitul procentual de curent la diferite temperaturi ambiante	
			25°C	45°C
Oxid de cupru	60 (nestabil dacă e mai cald)	55	100	20
Seleniu[1])	70 (îmbătrîneşte dacă este mai cald)	70	100	45
Germaniu	90 (nu funcţionează la mai mult)	70	100	45
Siliciu	200 (nu funcţionează la mai mult)	150	100	90

[1]) Redresoare de seleniu, speciale pentru temperaturi mai înalte, pot funcţiona pînă la o temperatură a joncţiunii de 130 °C.

Tabela 3 cuprinde performanţele redresoarelor.

Cele patru feluri de redresoare au următoarele categorii de utilizări : oxid de cupru ($\eta = 0{,}9$) la instrumentele de măsură şi în telecomunicaţii ; seleniu, la instalaţii de electroliză şi la cuptoare cu arc ; germaniu, la puteri pînă la 100 kW,

Tabela 3

Tipul redresorului	Numărul elementelor în serie în fiecare ramură	Căderea de tensiune pe element *U*	Căderea totală de tensiune în 2 ramuri (parcurse în serie) *U*	Tensiunea la intrare = tensiunea la ieşire + căderea totală de tensiune *U*
Siliciu	1	1,4	2,8	302,8
Germaniu	2	0,7	2,8	302,8
Seleniu	9	1,0	18.0	318,0
Oxid de cupru	50	0,7	70,0	370,0

chiar în utilaje pentru ţinuturi tropicale : siliciu, pentru instalaţii electrostatice, substaţii de tracţiune, locomotive cu redresoare şi acţionări pentru laminoare.

A.S.

Materiale electrotehnice

CZ 621.318.13 :621.375.3

Caracteristicile materialelor magnetice pentru miezurile amplificatoarelor magnetice cu frecvenţă de alimentare mărită. [După G. V. S u b o t i n a : Avtomatica i Telemehanica, **18** (1957) 10, 927—933,9 fig., 2 tabl. 5 B.].

Creşterea frecvenţei de alimentare conduce la micşorarea dimensiunilor amplificatoarelor magnetice şi la accelerarea acţiunilor acestora. Folosirea frecvenţelor mărite era restrînsă datorită dificultăţilor care interveneau în construcţia unor surse de alimentare adecvate. Apariţia generatoarelor de înaltă frecvenţă pe bază de triode din semiconductoare a readus la actualitate folosirea amplificatoarelor magnetice la frecvenţă mărită. Miezurile amplificatcarelor cu frecvenţă de alimentare de peste 1 000 Hz se execută din benzi subţiri de materiale magnetic moi sau din ferite. La frecvenţe joase proprietăţile materialelor sînt ilustrate corect de caracteristicile statice. Pentru frecvenţe de la 10 la 20 kHz influenţa curenţilor turbionari este apreciabilă şi grosimea benzilor nu trebuie să depăşească 10—20 μ deşi acestea au caracteristici statice inferioare.

Autorul indică o schemă pentru ridicarea caracteristicilor $B_{\sim} = f(H_{\sim}, H_{=})$ şi prezintă datele obţinute pentru o serie de materiale de fabricaţie sovietică care îşi găsesc o largă utilizare în fabricarea miezurilor magnetice ale amplificatoarelor. Materialele au formă de benzi cu grosimea de 10μ şi 20μ iar frecvenţele de alimentare sînt cuprinse între 500 şi 2 000 Hz. De asemenea se dau rezultatele pentru feritele : oxifer — 2 000 şi oxifer — 1 000.

I. S.

CZ 621.315.332 : 7.678.664

Conductoare emailate pe bază de poliuretan. [După V. A. P r i v e z e n t e v : Vestn. Electroprom. **28** (1957) 12, 7—10,5 fig.].

Printre legăturile macromoleculare folosite la realizarea noilor lacuri-email, au găsit întrebuinţare polieterul şi poliuretanul.

Conductoarele acoperite cu emailuri pe bază de poliuretan, afară de avantajele cunoscute ale conductoarelor emailate obişnuite, mai au şi proprietatea importantă de a putea fi cositorite fără curăţirea prealabilă a emailului sau folosirea unor soluţii speciale de tratare. Această proprietate prezintă un mare interes pentru industria constructoare de aparate şi pentru industria radiotehnică şi, mai ales, la folosirea conductoarelor subţiri emailate. Aceste conductoare se caracterizează prin calităţi electroizolante ridicate atît în stare iniţială cît şi după menţinerea lor în atmosferă cu conţinut mare de umiditate. Sînt redate diagrame comparative pentru măsurătoarea rezistenţei izolaţiei a conductoarelor izolate cu viniplex şi cu email pe bază de poliuretan.

Rezultatele încercărilor au arătat că temperatura necesară cositoririi conductoarelor se găseşte în limitele 320 pînă la 350°C, din care cauză, cu cît este mai mare temperatura de lucru cu atît mai mică este durata necesară de lucru. La temperatura de 360°C, pentru cositorirea conductoarelor emailate sînt necesare în total 2—3 s, pe cîtă vreme la temperatura de 320°C, în funcţie de grosimea izolaţiei, timpul necesar variază între 15 şi 40 s.

B.A.

CZ 621.315.61 : 537.226.32.08

Semnificaţia fizică a măsurării curentului rezidual în izolanţi eterogeni. [După J. Fabre: Bull. Soc. franç. Electr. **7** (1957)76, 231—237.].

La început, autorul arată dezvoltarea pe care a luat-o în ultimii ani măsurarea curentului rezidual în izolaţia statorului generatoarelor mari. Scopul acestei operaţii este acela de a trage concluzii asupra modificărilor în timp suferite de izolant, pentru a găsi metoda cea mai bună de întreţinere a acestor maşini.

Măsurarea este foarte uşor de executat, cu ajutorul unor pile, a unui galvanometru portativ şi a unui cronometru, chiar de către personal mai puţin specializat.

Se trece apoi la discuţia fenomenului de polarizare a materiei datorită ionilor liberi, ajungîndu-se la concluzia că curenţii reziduali sînt datoraţi tocmai acestor ioni, fenomen numit :

— histerezis lent sau absorbţie lentă ;
— polarizare interfacială (după explicaţia lui Maxwell) ;
— polarizare ionică.

Autorul consideră ca cea mai potrivită denumirea de „polarizare prin ioni liberi".

Se discută apoi fenomenul polarizării prin ioni liberi şi se dau rezultatele practice găsite cu ocazia diferitelor măsurători efectuate.

Curbele obţinute au o alură exponenţială, dar nu sînt identice cu curbele exponenţiale trasate conform ecuaţiei lui Maxwell.

Se analizează apoi comportarea mai multor izolanţi.

În concluzie, se stabileşte că fenomenul polarizării materiei este explicabil printr-o mare diversitate de fenomene.

Fenomenele rapide dau la iveală structura însăşi a dielectricului, fenomenele lente dau la iveală impurităţile din structura izolantului.

Din punctul de vedere practic al exploatării, interesează atît formarea de impurităţi în izolant (produse de oxidare, creşterea reziduurilor de polimerizare), cît şi evoluţia dielectricului însăşi (separarea constituenţilor, formarea de cristalite). Pentru a putea folosi mai bine informaţiile aduse de curenţii reziduali, trebuie să se precizeze şi acţiunea umidităţii asupra acestor curenţi a diferitelor mecanisme datorite prezenţei apei în izolant.

E.P.

CZ 621.375.3.017.3

Puterea de magnetizare şi pierderile în tola de transformator prin aplicarea unui puternic cîmp continuu peste cîmpul electric alternativ cu frecvenţa de 50 Hz. [După M. S. Libkind: Vestn. Electroprom. **28** (1957) 12, 16—19 fig. 7.].

Recent, amplificatoarele magnetice care se introduc în dispozitive de reglaj automat se calculează la puteri mici, cu valori relativ mici ale componentei continue a intensităţii cîmpului electric. Se consideră cu totul raţională soluţia folosirii amplificatorului magnetic la acţionarea dispozitivelor de puteri mari, de exemplu pentru reglarea instalaţiilor de compensare longitudinală pe liniile de transport de înaltă tensiune. Recent s-au construit aparate feromagnetice de acţionare a unor maşini electrice de puteri, de ordinul a 100 MVA.

Pentru folosirea raţională a principiului amplificatorului magnetic în utilajul energetic, este necesară realizarea unei puternice premagnetizări, de ordinul a 50—100 A/cm. Se ştie că cercetările efectuate asupra caracteristicilor tolei electrochimice s-au făcut sub acţiunea unor componente continue relativ reduse a intensităţii cîmpului electric şi în orice caz nedepăşind 10—15 A/cm.

Se prezintă rezultatele măsurătorilor puterilor specifice active şi reactive pentru oţelurile Э 41 şi Э 310 cu grosimi de 0,5 mm sub acţiunea simultană a cîmpurilor continue şi alternative cu frecvenţa de 50 Hz. S-au încercat probe cu greutatea de circa 4 kg. Componenta continuă a cîmpului electric a fost măsurată în limitele de la 0 la 120 A/cm.

A. B.

Aparate electrice

CZ 621.315.2.002

Industria cablurilor în ultimii 40 de ani. [După N. I. Belorusov: Vestn. Electroprom. **28** (1957) 11, 36—40].

Afară de conductoarele neizolate din cupru sau aluminiu, recent fabrica „Moscabel" a realizat un nou tip cu pierderi corona mult reduse. Cablurile de forţă de foarte înaltă tensiune se fabrică pentru tensiunile standardizate de : 110, 220 şi 400 kV, necesare transportului de energie în curent alternativ. În ultimii ani, s-au efectuat încercări pentru folosirea cablurilor în curent continuu, pe o porţiune experimentală a liniei Moscova-Kaşira. S-au construit cabluri de forţă cu aer sub presiune pentru tensiunile de 10 şi 35 kV. Pentru obţinerea unor cabluri cu un gradient de potenţial ridicat, se foloseşte construcţia cu ulei sub presiune. S-a obţinut astfel un nou cablu pentru tensiunea de 100 kV cu grosimea radială a izolaţiei de 12 mm în loc de 18 mm, cît avea tipul vechi. De asemenea, s-a realizat un cablu pentru aceeaşi tensiune însă cu presiune de ulei mult ridicată.

Se descriu principalele tipuri de cabluri şi conductoare cu izolaţie din cauciuc natural şi sintetic. De asemenea se prezintă cabluri izolate cu mase plastice de construcţii relativ recente.

Conductoarele de bobinaj, în special pentru transformatoarele de forţă au început să fie izolate cu hîrtie, înlocuindu-se astfel banda de bumbac.

A.B.

CZ 621.316.57.015.2

Viteza de restabilire a tensiunii pe contactele întreruptorului în sisteme energetice puternice. [După M. M. Belonsov: Electricestvo, **77** (1957) 4, 21—25,7 fig.].

Restabilirea tensiunii pe contactele întreruptoarelor la ruperea curenţilor de scurtcircuit depinde de parametrii circuitului considerat, dacă se neglijează influenţa rezistenţei arcului dintre contacte. Pentru acest motiv, cei mai mulţi energeticieni se folosesc de caracteristicile procesului de restabilire a tensiunii în diferite puncte ale reţelei, determinate prin metode de calcul sau experimentale.

La proiectarea noilor construcţii de întreruptoare nu se poate conta pe condiţiile vechi de exploatare, ci trebuie luate în consideraţie dezvoltările care vor avea loc în următorii 5—10 ani. Creşterea puterii sistemelor energetice provine nu numai din mărirea numărului elementelor reţelei, ci şi din sporirea puterilor unitare ale acestor elemente, cum şi din trecerea la tensiuni mai înalte.

La creşterea puterii transformatoarelor din reţea, creşte şi puterea de scurtcircuit la bornele acestora. Pentru păstrarea condiţiilor de lucru ale întreruptorului la ruperea scurtcircuitului în punctul de intrare în transformator, este necesar ca la creşterea puterii de scurtcircuit să corespundă o reducere a frecvenţei tensiunii de revenire. De fapt însă, această frecvenţă nu numai că nu scade ci creşte în oarecare măsură.

Creşterea tensiunii reţelei duce, de obicei, la o mare creştere a vitezei de revenire a tensiunii, ca urmare a reducerii numărului liniilor de transport şi implicit a sporirii impedanţei caracteristice totale. Prin urmare, noile construcţii ale întreruptoarelor de înaltă tensiune şi mare putere, trebuie proiectate avîndu-se în vedere viteze mari de restabilire a tensiunii.

În articol sînt date metodele de calcul care stau la baza normării vitezelor de restabilire a tensiunii, pentru încercarea întreruptoarelor.

S. S.

CZ 621.318.424.042

Calculul circuitului magnetic şi al bobinei de curent alternativ pe baza unor parametri impuşi. [După B. K. Bull: Avtomatica i Telemehanica **18** (1957) 10, 918—926, 3 fig. 2 tab. 9 B].

Se prezintă o metodă de calcul al circuitului magnetic şi al bobinei în curent alternativ pentru parametri impuşi în prealabil (inducţie, putere, inductivitate etc.). Metoda este

aplicabilă numai pentru calculul circuitelor cu întrefier mic în care se pot neglija dispersiile. Densitatea de curent se alege 2,5 A/mm² pentru funcționarea în regim permanent, 10—15 A/mm² pentru funcționare de scurtă durată și 30 A/mm² pentru o durată de funcționare de cîteva milisecunde. Se consideră că atît fluxul cît și curentul variază sinusoidal în timp. Se presupune date caracteristica reluctanței specifice active $\delta_r(B)$ și a impendanței magnetice specif.ce $\rho_z(B$ fiind inducția) cum și dependența factorului de umplere al bobinajului de diametrul conductorului $f_m(d)$.

Pe baza acestor date se alcătuiesc 8 variante posibile de calcul, indicîndu-se metodele de tratare corespunzătoare. Se arată că metodele propuse sînt utilizabile și pentru calculul bobinelor cu fier în curent continuu.

Articolul se încheie cu un exemplu de calcul în care se calculează o bobină cu fier în curent alternativ la care parametrii impuși sînt : tensiunea de alimentare, puterea activă și secțiunea circuitului magnetic.

I.S.

CZ 621.316.7.072

Regulatorul cu bobină mobilă; considerații fundamentale. [După G. H. Rawcliff și I. R. Smith: Proc. Inst. electr. Engrs. (Power) **104** (1957) 13, 68—76, part. A., 10 fig. 3 bibl.].

Se dezvoltă teoria exactă a unui regulator prezentat pentru prima oară de Norris în 1838. Sub forma lui cea mai simplă, regulatorul are două înfășurări : cea principală — compusă din două bobine de transformator de tip concentric, înfășurate în sens opus, legate în serie și așezate în mod simetric pe un miez de transformator, apoi înfășurarea în scurtcircuit, bobină de același tip ca și primele două și care poate aluneca deasupra lui.

Tensiunea primară se aplică primelor două bobine, legate în serie și ieșirea se face la bornele uneia din ele. Regulatoarele amintite de același tip constau din trei unități monofazate cuplate mecanic.

Datorită faptului că cea mai mare parte a fluxurilor variabile se închid prin aer, circuitul se poate trata ca unul liniar, obținîndu-se totuși rezultate ce concordă bine cu încercările.

Din analiza ecuațiilor de funcționare ale regulatorului rezultă următoarele :

a) Cu condiția ca la capetele cursei sale, cuplajul dintre bobina mobilă și una dintre bobinele fixe să fie sensibil mai slab decît cuplajul dintre bobina mobilă și cealaltă bobină fixă, condiție care e satisfăcută de modul de executare al aparatului descris mai sus, se poate obține o tensiune secundară în gol mai mare decît cea primară. La funcționarea în gol, tensiunea secundară variază liniar cu deplasarea bobinei mobile și este în fază cu tensiunea primară.

b) Componenta suplimentară a curentului de alimentare (surplusul de curent față de funcționarea în gol) este în fază cu curentul secundar. Raportul valorilor efective ale acestor doi curenți este riguros constant, pentru fiecare poziție a bobinei mobile și egal cu raportul de transformare în gol al regulatorului. Pentru fiecare poziție a bobinei mobile, regulatorul funcționează în consecință ca un transformator de curent avînd raportul de transformare constant.

c) Componenta suplimentară a curentului în înfășurarea în scurtcircuit (surplusul de curent față de funcționarea în gol) este în opoziție față de curentul secundar, iar cîtul intensității primului curent prin intensitatea celui de al doilea, este egal cu raportul dintre numărul de spire al uneia din bobinele înfășurării primare și numărul de spire al înfășurării în scurtcircuit.

d) Circuitul întreg putînd fi redus la un cuadripol echivalent în T, funcționarea în sarcină poate fi predeterminată printr-o încercare în gol și una în scurtcircuit.

e) Din diagramele de funcționare rezultă că la mersul în gol, sau la mersul în sarcină pe un consumator fără rezistență ohmică, tensiunile primare și secundare sînt în fază.

f) Curentul primar de magnetizare fiind mare, și defazajul tensiunii secundare față de cea primară variind invers cu valoarea ei efectivă, regulatorul se apropie, din punctul de vedere al acestor mărimi, de un regulator de inducție.

g) Datorită modului în care sînt cuplate bobinele, forțele electrodinamice asupra înfășurărilor rămîn mici. *S.M.*

CZ 621.316.933 : 621.313,322

Descărcătoare pentru protecția generatoarelor contra supratensiunilor. [După A. W. Greve : ASEA-Z.,**2** (1957) 1, 23—27].

Mașinile electrice rotative sînt mai sensibile decît transformatoarele la supratensiuni datorită rezistenței mai reduse a izolației, care scade și cu vîrsta mașinii. În general, în cazul montajului bloc dintre generator și transformator, conexiunea acestuia pe partea rețelei aeriene este în stea în timp ce pe partea generatorului conexiunea este în triunghi. Supratensiunile atmosferice se propagă în transformator sub formă de unde pe una sau pe toate cele trei faze. Supratensiunile se transmit spre generator pe cale capacitivă sau inductivă, primele fiind slabe iar ultimele avînd valori mari și fiind periculoase.

În cazul montării de descărcătoare între faze și pămînt generatorul este protejat numai contra supratensiunilor dintre faze și pămînt. Pentru a-l proteja și împotriva supratensiunilor dintre faze, transmise inductiv, este necesară montarea a încă trei descărcătoare, așezate în triunghi între faze.

Se prezintă un nou descărcător care e compus din patru unități legate între ele mecanic și electric într-un punct. Trei se leagă la fazele generatorului iar al patrulea — la pămînt. Fiecare unitate se compune dintr-un bloc eclator și un bloc de rezistență.

Acest tip de descărcător nu este indicat pentru părțile de instalație legate direct cu rețeaua aeriană deoarece poate prelua curenți mici — pînă la 500 A. În această situație conductele aeriene se protejează prin descărcătoare obișnuite. Deoarece descărcătorul prezentat are o tensiune mai mică de amorsare, el este acela care lucrează întîi. Dacă acțiunea sa nu este suficientă, intervin și descărcătoarele de linie, limitînd tensiunea. Noul descărcător poate fi echipat și cu un contor de descărcări.

N.K

Măsurări și aparate de măsurare

CZ 621.317.727

Potențiometru sinusoidal de precizie. [După M. M. Breznsčak : Elektrotehn. Vestn.-Ljubljana, **25** (1957) 9—10, 325—330, 7 fig. 4 B].

Sînt descrise : un potențiometru cu rezistență variabilă după $R = R_0 \sin x$ din bandă potențiometrică cu înălțime profilată, un potențiometru neprecis a cărui rezistență variază după ecuația :

$$R_i = R_0\left[\frac{4x}{\pi} - \left(\frac{2x}{\pi}\right)^2\right]$$

care rezultă din aproximarea $\sin x \cong \frac{4x}{\pi} - \left(\frac{2x}{\pi}\right)^2$, și un potențiometru cu cursor rotativ excentric.

Se determină profilul carcasei pentru un potențiometru absolut precis din punct de vedere teoretic și a cărui axă e centrică, stabilindu-se ecuația după care trebuie să varieze înălțimea carcasei. Această variație este reprezentată și sub formă de curbe. Firul de rezistență se poate înfășura teoretic pe întreaga circumferință a potențiometrului, iar practic pe un arc corespunzător unui unghi de 330°, ceea ce mărește precizia potențiometrului diminuînd panta profilului. Modelul propus prezintă avantaje deosebite în mașinile electronice de calcul, în care firul de rezistență este înfășurat pe niște tije izolante subțiri care pot fi curbate formînd mai multe spire circulare. Se stabilește ecuația de variație a diametrului acestor tije.

I.S.

CZ 621.375.3 : 621.359.4.072.1

Transductorii ca limitatori de curent în instalațiile electrice pentru purificarea gazelor. [După E. Karg : Elektrotechn. Würzburg, **38** (1956), 51/53, 444.].

În instalațiile electrice pentru purificarea gazelor, pentru obținerea unui efect cît mai bun de purificare, se aplică electrozilor o tensiune cît mai mare. Starea electrică între electrozi este astfel premergătoare conturnării între electrozi.

Trebuie băgat de seamă că în conturnare să nu se distrugă electrozii, luîndu-se măsuri pentru limitarea curentului. Pentru obținerea tensiunii se adoptă un transformator reglabil, cu care se reglează tensiunea primară la transformatorul redresorului. Limitarea curentului poate fi făcută în modul cel mai simplu cu o rezistență care se montează între transformatorul reglabil și transformatorul redresorului. Rezistența care poate fi ohmică sau inductivă, trebuie astfel aleasă încît căderea de tensiune la curentul nominal să nu fie prea mare. Un element ideal pentru limitarea curentului îl constituie transductorul. Aici limitarea curentului se face reglînd un curent de comandă prin care se saturează fierul transductorului. Curentul a cărui intensitate trebuie limitată (curentul de lucru) se opune acestei saturări. La curentul nominal, deci la un curent de lucru mic, fierul transductorului rămîne saturat și reactanța sa inductivă este astfel mică; dacă, însă, se ajunge la conturnare și prin aceasta la scurtcircuit, saturarea fierului este parțial anulată și reactanța inductivă crește corespunzător, ceea ce acționează ca limitare de curent. Acest sistem se numește „transductor cu comandă de curent".

A.S.

CZ 621.315.61.017.143 :621.317.364

Măsurarea separată a pierderilor prin ionizare gazoasă într-un izolant eterogen. [După I. P. Gelez : Bull. Soc. franç. Electr. **7**(1957) 76, 238—244].

Într-un izolant eterogen supus unei tensiuni alternative iau naștere pierderi care variază cu o serie întreagă de parametri ca: tensiunea, frecvența, temperatura, umiditatea, presiunea etc.

Studiul izolanților care se folosesc în construcția mașinilor de curenți tari se efectuează, în general, în ipoteza unei singure variabile electrice, tensiunea, frecvența rămînînd constantă.

Pierderile produse de o tensiune alternativă într-un izolant eterogen se pot împărți în trei grupe distincte:

— pierderile prin conductibilitate ohmică, datorite rezistenței de izolație care poate fi considerată ca o rezistență ohmică;

— pierderile prin histerezis dielectric sau pierderi prin polarizare care sînt datorite încărcărilor acumulate de punerea sub tensiune și care pătrund încet în izolant;

— atunci cînd izolantul are incluziuni gazoase, există un prag de tensiune, de la care înainte se produce un arc electric care dă naștere la pierderi prin ionizare.

Pierderile prin ionizare se caracterizează prin discontinuitatea lor în timp, descărcarea fiind foarte scurtă față de perioada frecvenței de 50 Hz.

Pierderile prin ionizare se obțin prin diferența între două metode de echilibru a punții lui Schering, echilibre obținute cu ajutorul:

— galvanometrului de vibrații acordat pe frecvența de 50 Hz;

— unui osciloscop catodic care compară tensiunea fundamentală de 50 Hz cu componentele de 50 Hz ale pierderilor prin histerezis și prin conductibilitate.

În ceea ce privește precizia măsurătorii se constată că ea este mică dacă pierderile prin conductivitate și histerezis sînt mici.

De asemenea, nici la tensiuni care dau ionizări mari, nu se poate aplica această metodă de măsurare, din cauza descărcărilor care se produc un timp îndelungat.

În concluzie, se constată că există și alte metode de măsurare a ionizării izolanților.

Astfel aparatul Hivolt, pus la punct de British Electrical Association permite măsurarea, în coulombi, a fiecărei descărcări, însă numai pentru probe de volum foarte mic.

Aparatul S.E.C.R.E. construit de Laboratorul central al industriilor electrice, măsoară componente la 130 Hz, ale curentului eficace de ionizare.

De curînd s-a realizat un aparat care are posibilitatea să trieze toate impulsiile între două valori determinate.

Metoda expusă în acest articol permite măsurarea pierderilor prin ionizare, în wați pe unitatea de volum.

E.P.

CZ 621.317.2(485)

Laboratorul de mare putere al uzinelor ASEA din Västeras (Suedia). [După H. Rosenhamer: ASEA — Rev., **2** (1957) 5, 95—100.].

Noul laborator construit de uzinele ASEA la Västeras (Suedia) este destinat cercetărilor care necesită puteri electrice importante, cum sînt lucrările de dezvoltare și de încercare ale disjunctoarelor. Totodată el a fost prevăzut și pentru lucrări în legătură cu materialul antiexploziv și cercetări generale asupra descărcărilor în gaze și a exploziilor de gaze.

Clădirea din beton armat are trei etaje principale. La nivelul solului sînt situate sălile de încercare iar pentru scurtarea conexiunilor dintre bancurile de probă și unitățile de alimentare, mașinile, transformatoarele și redresoarele au fost așezate în subsol, care are o adîncime de aproximativ 7 m. Parterul cuprinde sala de încercări cu patru camere de încercare de mare putere și șase bancuri duble de încercare, tablouri de conexiuni și tablouri de măsură.

La etajul superior este situat laboratorul de explozii cu spațiile de încercare descoperite. Această dispoziție — destul de rară — este foarte interesantă deoarece permite reducerea distanței pînă la clădirile învecinate și simplifică mult comunicațiile și alimentarea cu energie electrică.

Laboratorul are patru secții de cercetare — generală, curent alternativ, curent continuu și explozii — și două secții de serviciu — de întreținere și de fabricație.

Secția generală este destinată cercetărilor fizice și tehnice fundamentale, anumitor cercetări pe mașini, aparate și instalații electrice cum și studiilor asupra stabilității rețelelor și protecției generatoarelor și rețelelor. Ea este echipată cu mașini de diverse puteri, tensiuni și frecvențe printre care cele mai mari sînt două mașini sincrone de 400 kVA, una de curent continuu de 400 kW și un transformator de 600 kA la scurtcircuit. Secția este înzestrată cu bancuri de probă pentru curent continuu și alternativ dispunînd de curent permanent de 600 A și chiar de 2 400 A, rezistențe, reactanțe etc.

Secția de curent alternativ se ocupă cu dezvoltarea și încercările disjunctoarelor de curent alternativ, cercetări generale asupra descărcărilor în gaze și studii asupra instalațiilor de mare putere.

Această secție este înzestrată cu o mașină remarcabilă: un turboalternator de 3 000 rot/min cu o putere de scurtcircuit simetric de 400 MVA sub o tensiune nominală de 11kV. Împreună cu motorul de antrenare grupul cîntărește 114 t și are 8 m lungime. Motorul de antrenare — care trebuie să aducă grupul în gol la viteza nominală — are o putere de 500 kW, iar readucerea grupului la turația nominală, după fiecare scurtcircuit se face automat, cu reostate de pornire cu contactoare. Excitatricea — 1 050 V și 5 000 A — este antrenată de un motor separat de 450 kW la 750 rot/min cu pornire și frînare automată. Secția mai dispune de diferite reactanțe, transformatoare de putere mai mică, o baterie de condensatoare, cameră de încercare a contactelor și contactoarelor etc.

Secția de curent continuu — cu aceleași atribuții ca și cea de curent alternativ — dispune de două redresoare cu vapori de mercur de 60 kA fiecare, putînd fi alimentate prin diverse transformatoare, fie de generatorul de scurtcircuit al laboratorului, fie de rețeaua exterioară. Pentru obținerea unei game de tensiuni între 100 și 4 000 V alimentarea se poate face prin mai multe grupe de transformatoare. Curentul poate fi variat între 2 A și 120 kA iar pentru încercări de putere mai mică se poate folosi excitatricea turboalternatorului.

Secția de explozii efectuează cercetări în privința exploziilor de gaze și de pulberi, analizînd fenomenele fizice și chimice, stricăciunile și măsurile de protecție.

Una din sălile de încercare dispune de doi cilindri orizontali de explozie care spre partea spațiului de încercare pot fi astupați cu capace rezistente la presiuni înalte sau cu membrane de siguranță. În ultimul caz, viteza vîntului în spațiul de încercare atinge peste 100 m/s, deci dublul vitezei unui uragan. A doua sală echipată cu camere cubice de explozie de 1 și 8 m^3 permite încercare materialului antiexploziv. Plasîndu-se aparatul conținînd amestec exploziv într-o cameră cu amestec exploziv, conținutul acesteia nu trebuie să explodeze la aprinderea amestecului din aparat.

Secţiile de serviciu fabrică diferitele dispozitive şi aparate necesare încercărilor şi întreţinerii instalaţiilor, maşinilor şi aparatajului laboratoarelor.

Echipamentul acestui mare laborator de încercări — aproape în totalitatea sa — a fost construit în atelierele uzinelor ASEA.

N.K.

CZ 621.317.715.001.24

Eficienţa galvanometrului ca un parametru de proiectare. [După F.K. Harris: Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. **75** (1956) part. I, 175—180].

În mod obişnuit, în utilizarea unui galvanometru, interesează comportarea acestuia cînd la bornele sale se aplică o anumită tensiune electrică, provenită de la un circuit de detecţie (punte).

În aceste condiţii galvanometrul acţionează ca un motor electric, lucrul mecanic util fiind reprezentat prin energia înmagazinată în suspensiile instrumentului de deflecţie. În articol, pe baza acestor observaţii iniţiale, se stabileşte ecuaţia de mişcare a părţii mobile a galvanometrului atunci cînd se aplică o tensiune electrică la bornele sale şi se defineşte eficienţa galvanometrică ca raportul între energia înmagazinată în suspensii şi energia utilă dată de deflecţia maximă a galvanometrului. Se stabilesc apoi, pe aceste baze, relaţiile de puteri şi energie corespunzătoare şi se dau cîteva consideraţii generale de proiectare.

Gh.R.I.

CZ 621.317.772—182.4

Cosfimetru portativ. [După H. Panterfelder: Electrotechn. Z.—A., **78**. (1957) 20, 737—739].

Cerinţa de a se putea măsura factorul de putere, fără întreruperea exploatării în reţeaua respectivă, a dus la dezvoltarea unui cosfimetru portativ.

El este destinat reţelei trifazate de 380 V. Funcţionarea lui se bazează pe o schemă care se compune dintr-un triunghi format din trei rezistenţe şi un nul artificial creat prin alte trei rezistenţe. Între contactul mobil A şi nul se intercalează bobina unui instrument wattmetric. Curentul acestei bobine poate fi deci decalat (prin deplasarea lui A) între 0° şi 180° faţă de tensiunea U_r. Cînd faza R este fără curent acul instrumentului poate fi adus printr-un cuplu mecanic în poziţia 0. Cînd faza R va avea curent, sistemul wattmetric va arăta o putere activă produsă de I_A şi U_A. Prin deplasarea lui A putem obţine pentru orice defazaj între U_R şi I_R o poziţie, în care acul arată 0 şi în care $U_A \perp I_R$. Poziţiile contactului A sînt marcate pe instrument direct în valorile corespunzătoare ale factorului de putere inductiv sau capacitiv de la 0 . . . 1.

Circuitul de curent al instrumentului este realizat printr-un jug de fier (izolat) în formă de cleşte, cu care se înconjură bara sau conducta respectivă. Racordurile de tensiune se fac prin nişte cleme arcuite şi izolate în cauciuc.

Cu instrumentul descris se poate stabili şi sensul de rotaţie (ordinea fazelor) în reţea. Se poate lucra cu acest instrument în reţele cu 150—600 V şi 15 la 1 500 A. Greutatea 1,5 kp, lungimea 360 mm.

G.C.

CZ 621.317.333.8:621.314.21:531.787

Detectorul cu presiune de ulei, aparat de control pentru indicarea la impuls a transformatoarelor. [După B. Gänger: Rev. Brown Boveri, **44** (1957) 8, 336 — 342].

Se descrie un aparat pentru detectarea defectelor ce se ivesc în cursul încercării transformatoarelor la unde de impuls. Principiul este următorul: într-un punct slab al izolaţiei unei înfăşurări se produce, în cursul încercării la unde de impuls o scînteie care provoacă în dielectricul lichid o undă de presiune. Aceasta poate fi transformată uşor într-o mărime electrică de aceeaşi formă amplificată şi înregistrată. Principial, deci, aparatul s-ar compune dintr-o sondă scufundată în uleiul transformatorului, racordată la un amplificator, conectat la rîndul său la un oscilograf. Sonda realizată este constituită dintr-un microfon electromagnetic (ales în urma unei comparaţii cu microfoane cu cărbune, cu condensator, electrodinamice şi piezoelectrice) şi un transformator de adaptare. Dat fiind că propagarea undei de presiune în ulei se face lent, pentru înregistrare se poate utiliza un mic oscilograf catodic cu catodă caldă sau chiar un oscilograf bifilar. Se prezintă rezultate ale măsurătorilor efectuate cu acest aparat. Se subliniază avantajele lui: construcţia robustă şi simplă; manevrare uşoară; rezultatul se obţine imediat, nefiind necesară developarea filmului; organele sensibile ale oscilografului sînt protejate contra unor amplitudini prea mari prin saturaţia amplificatorului; se detectează toate defectele, chiar cele ce provoacă amplitudini foarte mici.

I.C.

CZ 621.317.333

Controlul izolaţiei electrice. [După: Electr. J. **158** (1957) 13, 893.]

Se descrie un aparat electronic pentru determinarea stării izolaţiei utilajului electric. Spre deosebire de o punte Schering de înaltă tensiune, care fiind utilizată, spre exemplu, la încercarea cablurilor de forţă nu poate diferenţia între un număr mare de defecte neînsemnate şi un mic număr de defecte grave, măsurînd doar efectul total al acestora asupra unghiului de pierderi al cablului, aparatul descris detectează şi redă imaginea fiecărui defect, indicîndu-i mărimea şi poziţia în materialul izolant. El poate fi utilizat în laboratoare pentru determinarea vieţii izolantului, în fabricile producătoare de materiale izolante, în exploatarea energetică. Aparatul constă dintr-un transformator de încercare, filtrul de zgomot al acestuia, o capacitate de blocare, circuit de adaptare la intrare, o unitate de calibrare, un amplificator şi un tub catodic.

Se indică schema principială a aparatului. După imaginea obţinută pe ecranul tubului catodic se pot determina următoarele tipuri de defecte: un gol în maia izolantului, descărcări pe partea de înaltă tensiune, descărcări pe partea de joasă tensiune, descărcări corona la capetele terminale ale înaltei tensiuni. Tensiunea maximă de încercare este de 50 kV.

I.C.

Recenzii

CZ 621.315.015.3

HELLER B., VEVERKA, A.: Fenomene de impulsii în maşini electrice. (Stosserscheinungen in elektrischen Maschinen) ed. 1. Stat naklad. techn. lit. Praha 1953, ed. a 2-a. Verlag Technik, Berlin 1957.

Ediţia a doua în limba germană nu este o traducere a primei ediţii apărute în limba cehă în 1953 ci o prelucrare cu adăugiri a cercetărilor proprii şi străine apărute pînă în anul 1956.

Problema în sine este de mare actualitate. Rezolvarea ei teoretică exactă întîmpină mari dificultăţi, de aceea se face apel la metode grafice, la maşini de calcul numerice sau la modele analoge mai mult sau mai puţin complicate. În schimb chiar rezultatele parţiale, atinse pînă în prezent, dau posibilitatea de a lua măsuri eficace de proiectarea şi construcţia raţională a înfăşurărilor din maşini şi transformatoare, în vederea reducerii unei periclitări prin unde de supratensiune.

Cartea începe — în mod surprinzător — cu coordonarea izolaţiei, dar de fapt siguranţa contra supratensiunilor a instalaţiilor şi maşinilor depinde esenţial de existenţa sau lipsurile acestei coordonări. Plecînd de la incidenţa supratensiunilor atmosferice în diferitele elemente ale instalaţiilor şi de la comportarea generală a izolaţiilor la unde de impulsie, se prezintă problematica coordonării, de asemenea soluţiile posibile şi recomandate. Conform cu cea mai recentă evoluţie privind numărul de nivele de izolaţie se recomandă şi se motivează două nivele de izolaţie, reproducîndu-se tabelele de valori recomandate de CEI.

Capitolul al doilea se referă la analiza fenomenelor de supratensiune într-o bobină cu un singur strat. Oscilaţiile proprii se calculează — clasic — în ipotezele cunoscute, tot astfel

se stabileşte şi repartizarea iniţială, exprimată ca funcţii hiperbolice. Influenţa reactanţei mutuale a spirelor se introduce în calcule făcînd o comparaţie critică a soluţiilor obţinute de alţi cercetători (K. W. Wagner, Boyajian, Rüdenberg) care utilizează unde staţionare sau călătoare. Soluţia autorilor, se bazează pe aproximaţii ale coeficientului de reactanţă mutuală a două spire în aer şi pe miez de fier, care introduse în calcule permit rezolvarea problemei cu mare generalitate, soluţiile calculate de alţii apărînd drept cazuri particulare. Rezultatele de măsurători confirmă apropierea mai mare a rezultatelor acestei teorii de valorile experimentale. Se arată, între altele, că soluţiile cu unde staţionare şi unde călătoare sînt înrudite, între frecvenţa spaţială şi în timp existînd o relaţie univocă. Aici se introduce saltul unitar de tensiune şi se analizează creşterea tensiunii în primele momente, trecîndu-se apoi prin aplicarea integralei lui Duhamel la alte forme ale tensiunii la intrare. Capitolul, care este unul dintre cele mai lungi, se încheie cu un studiu al influenţei fierului magnetic asupra repartizării tensiunii.

Rezultatele atinse se aplică în capitolul al treilea la două bobine cuplate electric şi magnetic, calculîndu-se repartizarea iniţială a tensiunii cu ajutorul unor funcţii speciale reprezentate grafic, apoi expresia oscilaţiilor proprii, pe baza unei aproximaţii a reactanţei mutuale a două bobine, similare cu cea adoptată mai sus.

Aceste calcule permit, printr-o extrapolare, o evaluare foarte interesantă a comportării înfăşurărilor unui transformator în diferite conexiuni, deoarece ele permit obţinerea amplitudinii şi frecvenţei armonicelor superioare, ale repartizării tensiunii. Astfel se obţin date privind oscilaţiile proprii ale bobinajelor unor transformatoare mari, cu trei înfăşurări în diferite conexiuni. Acest capitol se inspiră dintr-o comunicare a primului autor, făcută Academiei de Ştiinţe din Praga, care a fost recenzată în literatura noastră tehnică*).

În capitolul patru se extinde teoria dezvoltată la transformatoare cu două sau trei bobinaje. Se tratează aici solicitările bobinajelor de înaltă tensiune şi transmiterea lor pe înfăşurările de joasă tensiune în transformatoarele monofazate şi trifazate, ultimele cu două şi cu trei bobinaje. Pe baza unor oscilograme se consideră influenţa descărcătorului asupra solicitării transformatorului.

Capitolul următor, foarte scurt, dă indicaţii pentru calculul comportării transformatorului cu bobinaje în mai multe straturi, cu ajutorul schemelor echivalente.

Obiectul capitolului al şaselea îl formează măsurile pentru prevenirea şi atenuarea oscilaţiilor în bobinajele transformatoarelor. Prezentînd critic măsurile de remediere ce s-au publicat în literatura de specialitate, autorii fac o propunere interesantă în acest scop, prevăzînd conectarea unei rezistenţe în serie cu un condensator între borna de intrare şi capătul primei bobine a înfăşurării de înaltă tensiune. Se dă o serie întreagă de oscilograme pentru a dovedi eficacitatea acestei măsuri.

Capitolul următor se referă la fenomenele de impulsie în transformatoare speciale: de reglare în trepte şi continue, la transformatoare cu neutrul izolat, sau pus la pămînt, prin bobine Petersen. Cu această ocazie se prezintă o serie de rezultate teoretice şi experimentale ale autorilor privind problematica respectivă.

Începînd cu capitolul 8 se tratează chestiuni de măsurători ale tensiunilor de impuls. Se dau parametrii undei normale şi se indică schemele uzuale ale generatoarelor de impulsii, făcîndu-se o sinteză a rezultatelor cunoscute ale lui Angelini, Elsner, Höfer şi alţii. Capitolul 9 este dedicat potenţiometrelor de înaltă tensiune cu şi fără cabluri de întîrziere, arătîndu-se greşelile de montare ce pot să influenţeze precizia măsurătorilor.

În capitolul 10 se dezvoltă tehnica măsurătorilor de impulsie aplicate transformatoarelor pentru descoperirea neuniformităţii înfăşurărilor, descoperirea defectelor de izolaţie, stabilirea oscilaţiilor proprii ale transformatoarelor etc. Cu această ocazie se prezintă şi alte metode de măsură, electroacustice, ultrasunete pentru examinarea transformatoarelor.

Capitolul următor dă elementele teoriei modelelor de transformatoare utilizate pentru cercetări cu şocuri de tensiune. Un ultim capitol priveşte fenomenele de undă din maşinile electrice, supratensiunile care pot să apară în consecinţă şi măsurile de protecţie cele mai indicate.

În numeroase anexe se dau deduceri mai lungi şi mai complicate. O bibliografie destul de completă şi un indice de materii încheie lucrarea.

Planul lucrării are marele avantaj de a fi evolutiv, de la simplu la complicat, de la cauză la efect, de la fenomene la maşini şi apoi la măsurători. Obiectul este tratat cu un oarecare lux de amănunte. Contribuţiile altor autori referitoare la domeniul tratat nu se amintesc ci se prezintă şi se prelucrează critic, în comparaţie mutuală şi cu rezultatele proprii. Acestea sînt, în general culese din comunicările anterioare ale autorilor, care sînt recunoscuţi cercetători de frunte în această materie.

Volumul este o sinteză remarcabilă a cercetărilor teoretice şi experimentale privind comportarea maşinilor şi transformatoarelor la unde de impulsie. Ea este unică în literatura mondială şi comparabilă numai cu cartea lui Strijal despre fenomene de şoc electrice sau a lui Sirotinski despre tehnica tensiunilor înalte, cu observaţia că acestea se referă la domenii înrudite chiar dacă sînt mai largi. O carte despre domeniul tratat de autori a apărut doar în limba romînă*), cu un caracter mai restrîns.

Interesul mare al domeniului pentru ţara noastră rezidă în faptul că în prezent se execută cercetări cu unde de impuls în mai multe laboratoare din ţară, iar fabricile au introdus verificarea înfăşurărilor transformatoarelor mari cu unde de impuls, înregistrînd cu oscilograful tocmai repartizarea tensiunii. Astfel este de presupus că interesul pentru remarcabila operă a cercetătorilor cehi va fi viu în cercurile electricienilor romîni.

Prezentarea editorială a cărţii este corespunzătoare din toate punctele de vedere. Ca o greşeală a editurii trebuie citat faptul că pe coperta de hîrtie s-a reprezentat o instalaţie de încercare la înaltă tensiune de frecvenţă industrială (un transformator în cascadă) pe cînd în carte este vorba exclusiv despre fenomene de impuls, iar instalaţiile respective au o construcţie cu totul diferită.

Dr. Ing. A. Avramescu

*) B. Heller: Die freien Schwingungen zweier ele.trisch und magnetisch gekoppelter Kreise. Acta Technica, Praga, recenzată în Studii şi Cercetări de Energetică 7(1957)4.

*) C. Parteni-Antoni şi I. S. Antoniu: Comportarea maşinilor electrice la unda de şoc Ed. Academiei R.P.R., Bucureşti 1957 recenzată în Electrotehnica 6 (1958) 4, 146—147

SOMMAIRE

Crişan I. :

Dix années après la nationalisation dans l'Industrie Electrotechnique

Electrotehnica **6** (1958) 6, 188

CD 621.3.018.7 :621.314.6

Budeanu C. :

Applications de la théorie des phénomènes déformants aux redresseurs

Electrotehnica **6** (1958) 6, 192

Après une brève récapitulation des principaux aspects de la théorie des phénomènes déformants, on étudie le cas particulier des redresseurs monophasés et polyphasés. On vérifie la corrélation entre les puissances déformantes aux sources et celles aux valves déformantes alimentées par ces sources.

CD 621.317.757

Centea O. et *Micloşi V.* :

Analyseur d'harmoniques

Electrotehnica **6** (1958) 6, 199

On décrit un analyseur d'harmoniques pour l'analyse des courbes de tension et de courant enregistrées expérimentalement. Le principe de fonctionnement de l'appareil consiste dans la réalisation électrique de la méthode graphique de Roth.

CD 621.313.14

Aslan H. et *Fransua A.* :

Une nouvelle machine universelle sans enroulement statorique

Electrotehnica **6** (1958) 6, 202

On présente une nouvelle machine électrique universelle de la catégorie des machines série à collecteur, de puissance inférieure à 300 W, à 6 000 tours/min. La machine a un rotor de construction courante, dont l'enroulement est ondulé, un collecteur normal, pourvu d'une paire de balais déplaçables sur son contour. Le stator qui diffère de la construction classique est pourvu de pièces polaires de très petite hauteur (à cause de l'absence de l'enroulement inducteur), étendues sur maximum 50% du pas polaire.

CD 621.314.65

Filipiuc I., Stirbu V., et *Bergman I.* :

Réalisation d'un mutateur métallique à vapeurs de mercure

Electrotehnica **6** (1958) 6, 208

Après un bref exposé sur l'état actuel de la construction et de l'utilisation des mutateurs, on décrit le prototype expérimental réalisé par les auteurs. On présente les résultats des essais.

CD 621.317.77.082.74 : 621.316.1.016.313

Ambrozie C. :

Le phasemètre électrodynamique dans les réseaux triphasés dissymétriques

Electrotehnica **6** (1958) 6, 215

A l'aide de la méthode symbolique et de la théorie des coordonnées symétriques on établit l'expression générale de l'indication du phasemètre électrodynamique connecté dans un réseau triphasé complètement dissymétrique. On analyse l'erreur de la méthode à la mesure du facteur de puissance avec le phasemètre, dans le cas pratique de la dissymétrie simple au réseau triphasé. On précise les domaines dans lesquels les indications de l'appareil sont utilisables dans les limites d'une approximation imposée ou choisie.

NOTES, 219

DOCUMENTATION, 221

COMPTES-RENDUS, 227

La reproduction des résumés est admise à condition d'en indiquer intégralement la source.

621.3.01/09 ELECTROTEHNICA GENERALA

Meerovici, E. A., Rilkin V. K.:

CZ 621.3.01

Capacităţile parţiale ale unui sistem de electrozi şi fluxurile individuale ale cîmpului rezultant. Electricestvo (1958) 1,54—57.

Hanov B. A.:

CZ 621.392.5

Factorul de reactanţă al unui cuadripol. Electricestvo (1958) 1,64—67.

621.311.6/8 ALIMENTAREA CONSUMATORILOR

Bruk I. S.:

CZ 621.311

Modele dinamice pentru sisteme energetice. Electricestvo (1958) 2,19—22.

621.313 MAŞINI ELECTRICE

Kohler K.:

CZ 621.313.045.014.1

Tabele de scăpări pentru determinarea refulării curentului în nuturile rotoarelor. Elektrotechn. Z.—A. **79**(1958) 3,90—91. 3, 45—50.

Quittner G.:

CZ 621.313.322.001.57

Problemele fundamentale ale reprezentării fizice pe modele a generatoarelor sincrone. Elektrotech. u. Masch.-Bau **75**(1958)

Seiler G.:

CZ 621.313.333.1.078.4

Mersul sincron al motoarelor asincrone monofazate. Elektrotechn. Z.—A **79** (1958) 3,75—80.

Knuth W.:

CZ 621.313

Motoarele cu poli crestaţi şi domeniile lor de folosire. Das Elektron (1957)12,348—352.

Tardov B. N.:

CZ 621.313.322.82

Dependenţa momentului de giraţie şi a energiei specifice de rotaţie a unui hidrogenerator de mărimile sale nominale. Vestn. Maşinostr. **38** (1958) 3,28—29.

Zuckernick L. V., Kostuke O. M., Ribinski V. E.:

CZ 621.313.322

Compundarea comandată a fazei pentru maşini sincrone cu compensare a tensiunii. Electricestvo (1958) 2,27—34.

Inosov V. L., Krutikova V. E.:

CZ 621.313.334

Cercetarea procesului de sincronizare a motoarelor cu înfăşurare compundată. Electricestvo (1958) 2,56—59.

Ciupiatov I. N., Baiko V. F.:

CZ 621.313.36

Amplificator rotativ cu colector dublu. Electricestvo (1958) 1,1—5

Cliucev I. V.:

CZ 621.313.33:621.3.012

Caracteristici dinamice universale de frînare pentru un motor de inducţie. Electricestvo (1958)1,14—18.

Stolov L. I., Kalinkin G. I.:

CZ 621.313.001.4

Încercarea micromotoarelor prin metoda motorului auxiliar. Electricestvo (1958) 1,68—70.

621.314.1/3 TRANSFORMATOARE ELECTRICE

Weier H., Tinzi A.:

CZ 621.314.261

Convertizoare de medie frecvenţă. BBC-Mitt. **45**(1958)1,44—53.

Heller B.:

CZ 621.314.21.045:621.318.4.015.33

Fenomene de şoc în două bobine cuplate electromagnetic. Bull. ASE **49** (1958) 1,1—8.

Kopecek J.:

CZ 621-314.2

Tensiunile de scurtcircuit ale transformatoarelor ridicătoare legate cu mai multe grupuri generatoare. Rev. Gen. Electr. **67** (1958) 1,41—47.

Friedländer E.:

CZ 621.314.21.013.1+621.314.43.0.13.1

Bazele folosirii saturaţiilor maxime ale fierului pentru tehnica curenţilor tari. Elektrotechn. Z.—A **79**(1958) 4,104—110.

Krais A. G., Sapojnikov A. V.:

CZ 621.314.2

Tendinţe fundamentale în proiectarea actuală a transformatoarelor Electricestvo (1958) 2,1—8.

Burtakov V. S., Glazov M. I. :

CZ 621.314.224.3

Performanța transformatoarelor de intensitate la mari puteri. Electricestvo (1958) 2,59—61.

621.314.6/7 **REDRESOARE ȘI TRANSISTORI**

Divenuti A. L. Jr. :

CZ 621.314.63

Cum să se folosească redresoarele cu germaniu. Power Engng. **62**(1958) 1,78—80.

Issendorff J. :

CZ 621.314.65.064.1

Variația în timp a curenților de aprindere inversă în instalațiile de redresare. Elektrotechn. Z.—A **79** (1958) 3,65—69.

Maslov A. A. :

CZ 621.314.63

Amplificatoare cu transistori de tip aliat. Electricestvo (1958) 2,46—51.

621.315.2/3 **CABLURI ELECTRICE**

Baum F. :

CZ 621.315.221.5 :620.193 :547.562

Coroziunea fenolică a cablurilor sub plumb din punctul de vedere al cunoștințelor și descoperirilor noi. Bull. ASE **49** (1958) 2,51—52.

Jacottet P. :

CZ 621.315.212.011.21.029.45

Rezistența în curent alternativ a cablurilor coaxiale pentru medie frecvență. Elektrotechn. Z.—A **79** (1958) 4,116—122.

621.315.61/62 **MATERIALE IZOLANTE. IZOLATOARE**

Maass H. F. :

CZ 621.315.626.015.1+621.319.4.015.1

Comanda cîmpului electric marginal al izolatoarelor de trecere de înaltă tensiune și condensatoarelor prin straturi rezistive. Elektrotechn. Z.—A **79** (1958) 4, 128—133.

621.316.3/5 **INSTALAȚII. APARATAJ**

Jucker E. :

CZ 621.316.313+621.143—82 :621.313.32

Folosirea modelelor rețelelor și instalației de integrare pentru cercetarea comportării dinamice a mașinilor sincrone. Bull ASE **49** (1958) 4,135—138.

621.316.8. **REZISTOARE ELECTRICE**

Wang T. P., Kubilius E. T. :

CZ 537.311.3 :669

Aspectele metalurgice ale „rezistenței". Electronic Industries and Tele-Tech. **16** (1957) 7,52—54, 120—122, 124.

Prudjinina-Granovskaia V. I., Ivanova T. K., Iamanova L. V. :

CZ 539 :4 537.311.3

Rezistențe de carborund tip vilit și tirit. Electricestvo (1958) 2,51—56.

621.317 **MĂSURĂTORI ELECTRICE**

Ganger B. :

CZ 621.317.333.8 :621.314.21

Încercarea transformatoarelor cu impulsuri tăiate. BBC—Mitt. **45** (1958) 1,29—43.

621.319 **ELECTROSTATICA. CAPACITOARE**

Meier K. :

CZ 621.319.4.027.3

Proprietățile electrice ale condensatoarelor de forță. Bull. ASE **49** (1958) 2,37—45.

621.32 **LAMPI**

Kruithof A. A. :

CF 621.327.42 :535.241.48

Randamentul luminos al tuburilor fluorescente de joasă presiune. El. Verwertung. **33** (1958) 2,23—26.

Folii de izolare electrică

din

triacetat de celuloză
și acetobutirat cu excelente
proprietăți electrice și
mecanice

Cereți prospecte tehnice și oferte asupra diferitelor tipuri de la :

CHEMIEWERK Dr. PAUL STOCK G.m.b.H.
STARNBERG/OBB. — WESTDEUTSCHLAND GEGR. 1929

ERATĂ

În articolul : **O contribuție în problema dimensiunilor mărimilor fizice** de prof. dr. ing. *R. Răduleț*, publicat în nr. 5/1958, p. 152—161, al revistei noastre, se vor face rectificările :

La pag. 155, col. 2, rîndul 20 de jos se va citi : „...numai cu 3 numărul de ecuații neparametrice de definiție a lor, adică el mărește cu o unitate, prin ecuația (6), și cu una prin definiția parametrică a intensității curentului..."

La pag. 159 col. 2, rîndul 18 de sus, în loc de $[2MQ^{-2}]$ se va citi : $[LMQ^{-2}]$

La pag. 160, col. 2, rîndul 3 de jos, în loc de

$$F = \frac{m_1 m_2}{r_2} \text{ se va citi : } F = \frac{m_1 m_2}{r^2} \cdot \frac{r}{r} .$$

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

INSTALAȚIE PORTABILĂ DE EMISIE-RECEPȚIE PE UNDE ULTRASCURTE FM 10

În domeniul transmiterii de știri, se manifestă din ce în ce mai mult necesitatea de a se lua legătură radiofonică dintr-un vehicul oarecare sau dintr-un alt mijloc mecanic de circulație, cu un punct fix. Realizarea acestei legături se limitează, în general, la distanțe mici, la domeniul unui oraș mai mare, la rigoare la împrejurimile unor astfel de orașe. Limitarea distanței nu este impusă numai de condițiile de utilizare, ci și de condițiile tehnice. Din aceste motive, se ajunge la concluzia că undele ultrascurte corespund mai bine soluționării problemei. În acest scop au fost dezvoltate și construite variantele instalației FM 10 de emisie și recepție. Prin construcția practică a pieselor componente și posibilitățile de montare a accesoriilor, aceste aparate sînt potrivite pentru soluționarea tuturor problemelor de legătură radiofonică pe distanțe scurte.

Domeniul lor de aplicare este variat: serviciul de salvare, pompierii, miliția, întreprinderi de automobile și autocamioane, serviciile pentru remedierea defectelor de la uzinele de apă și electricitate, serviciile de garaj ale căilor ferate, serviciile pentru înlocuirea temporară a legăturilor telefonice defectate. Cu ajutorul acestor aparate se poate asigura legătura telefonică în cazul unor incendii, inundații și a altor catastrofe. Aparatele pot fi întrebuințate pentru legătură telefonică în cadrul unor întreprinderi comerciale sau în sectorul agricol între tractoare și stația centrală.

Seria de aparate FM 10 de emisie-recepție pe unde ultrascurte se compune din trei tipuri principale, în care emisia și recepția sînt respectiv identice, numai accesoriile menționate mai sus, și anume aparatajul auxiliar, antenele etc., sînt schimbate după întrebuințări:

tipul FM 10 A în execuție mobilă;

tipul FM 10 F în execuție fixă;

tipul FM 10 V pentru montare pe locomotive.

Emisia, recepția și partea de alimentare sînt fixate într-un cadru prevăzut cu amortizoare pentru șocuri, contra vibrațiilor mecanice, atît la tipurile în execuție mobilă, cît și la cele în execuție fixă.

Tipul în execuție mobilă se adaptează vehiculului întrebuințat. La instalații în execuție fixă, aparatul poate fi livrat pentru întrebuințare pe masă sau pe perete.

Pentru fiecare instalație, se poate furniza, la cerere, un dispozitiv selectiv de apel.

Banda de frecvență, cu șase frecvențe stabilizate cu cuarț e de 68—89,5 MHz. Stabilitatea frecvenței la o variație a temperaturii exterioare de la —20° pînă la + 40° C este de ± 2,5 kHz.

Puterea în înaltă frecvență, 10 W.

Tensiunea de intrare necesară la un raport semnal/zgomot de 20 dbel, 1 μV.

Atenuarea modulației între canalele audio, 60 dbel.

Tensiunea rețelei, 25,2 V sau 220/110 V, 50 Hz.

sau 12 V — 15% baterie;

sau 24 V — 15% baterie;

Consumul de putere de la rețea la o putere de ieșire de 10 W, încălzirea filamentelor și recepție, maximum 200 VA.

Consumul de la o baterie de 12 V pentru alimentarea anodică a receptorului și încălzirea filamentelor, 4,5 A.

Oscilatorul este un oscilator cu cristal de cuarț, în montaj Pierce. Frecvența de emisie, într-o gamă de 1 MHz, poate lua una din cele șase valori prestabilite. Aceste frecvențe pot diferi între ele cu pînă la 50 kHz. Modulatorul este un modulator de fază, deoarece numai în acest caz e posibilă utilizarea unui oscilator cu cuarț, care la rîndul său este absolut necesar pentru menținerea constantă a frecvenței.

Receptorul lucrează în regim variabil (simplex) pe aceeași frecvență ca și emițătorul. El are intrarea pe o pentodă și posedă un filtru de bandă. Lărgimea benzii etajelor de unde ultrascurte este de 1 MHz, în care sînt cuprinse cele șase frecvențe. Etajul oscilator este un oscilator cu pentodă, montat în circuitul grilei-ecran și al grilei de comandă; circuitul anodic e acordat pe dublul frecvenței oscilatorului. Emițătorul și receptorul pot fi montate împreună într-o cutie cu patru șuruburi, ce poate fi suspendată. Carcasa de metal care acoperă ambele aparate poate fi ușor îndepărtată. Cămașa de protecție asigură aparatului protecția mecanică, oferind în același timp o ecranare electromagnetică.

În aceeași cutie se află, alături de emițător și de receptor, bateriile. Ambele au pentru toate condițiile o fixare corespunzătoare.

APARATURA DE DESERVIRE A EMIȚĂTOR-RECEPTORULUI FM 10 A/F/V

Cu ajutorul aparatelor de deservire, instalația poate fi pe loc pusă în legătură cu o centrală depărtată, prin telecomandă. Aparatura de deservire este echipată cu toate unitățile necesare acestui scop: comutatoare, lămpi de semnalizare, relee și altele. Aceste organe se găsesc, fie în partea frontală, fie în interiorul unității.

La tipul FM 10 F aparatura de deservire este un aparat de masă, într-o carcasă de lemn polizată. La tipul FM 10 V aparatura de deservire împreună cu organul de conectare și instrumentul sînt montate într-o carcasă solidă de metal.

Aparatura de deservire a unui autocamion este montată într-o cutie de metal ușor, amplasată sub cutia instrumentelor. Microreceptorul este pe o furcă elastică în partea din față a cutiei. Microreceptorul se compune din ascultător, microfon și comutator de emisie-recepție.

Aparatura de deservire a unui autocamion este montată într-o carcasă de lemn polizată și montată ca aparat de masă. Pe placa frontală sînt o serie de butoane pentru alegerea tonului de chemare, de comutatoare de emisie-recepție, lampa de semnalizare pentru încetarea convorbirilor. Deasupra butoanelor se află întreruptorul de rețea și lămpile de semnalizare a stărilor ocupat, funcționare și apel. Mai sus se află difuzorul care servește și drept microfon.

Aparatul de deservire al instalației pentru locomotive este montat într-o cutie închisă ermetic, turnată dintr-un metal ușor și care poate fi amplasată lîngă locul conducătorului.

Legătura cu emisia-recepția, difuzor și microfon și comutatorul de emisie-recepție se face printr-un cablu multifilar. Legăturile de cablu sînt etanșe contra gazelor. Atît emițătorul cît și receptorul primesc diferite tensiuni de la un transformator de rețea comun. Unitatea de alimentare lucrează cu un redresor de seleniu în montaj Graetz.

La execuția cu baterie tensiunile necesare se iau din acumulatoarele destinate în acest scop. Divizoare și unități de filtrare asigură o recepție fără paraziți.

Pentru instalația de emisie-recepție FM 10 A/F/V se normează patru feluri de antene, și anume:

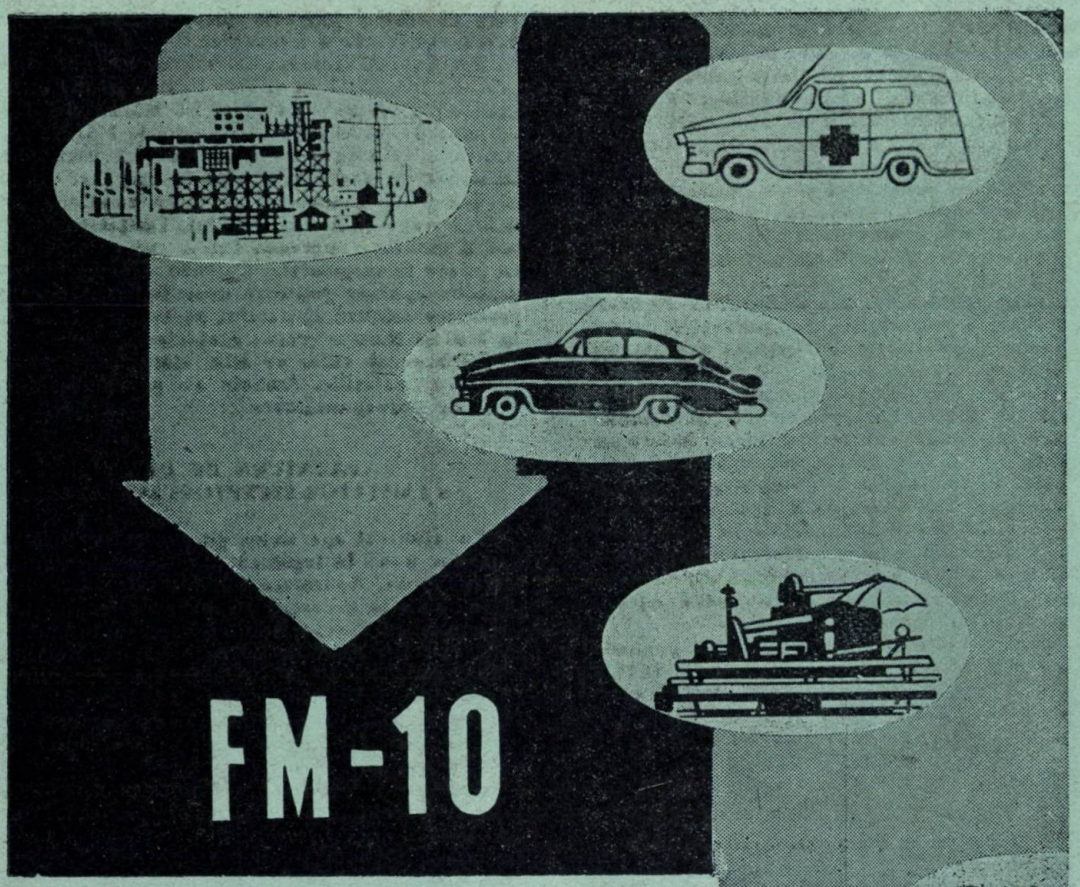
1) antenă verticală pentru vehicul cu un dispozitiv de acord;

2) antenă dipol coaxial, omnidirecțională, în montaj fix și cu fir de protecție contra descărcărilor atmosferice, pusă la pămînt;

3) antenă specială de locomotivă, de asemenea cu punere la pămînt pentru curent continuu;

4) antenă dipol direcțională.

Dintre aceste antene, se va alege tipul adecvat domeniului de folosire.



INSTALAȚIE PORTABILĂ DE EMISIE ȘI RECEPȚIE,
PE UNDE ULTRASCURTE,
PENTRU TELECOMUNICAȚII PE DISTANȚE MICI

BUDAVOX

Intreprinderea de Tehnica Telecomunicațiilor din Budapesta.

SCRISORI: Budapesta 62, Căsuța poștală 267.
ADRESA TELEGRAFICĂ: BUDAVOX, Budapesta

LEI 5

E 2040

R

REFERATIVA

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
ОБМЕН - СХИМБ
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - СМЕНА

ELECTROTEHNICA

7

Electrotehnica — București

Anul 6 ★ nr. 7 ★ Iulie 1958

Către cititorii noştri

Urmărind îmbunătăţirea continuă a conţinutului şi a formei revistei noastre, Comitetul de redacţie a luat numeroase măsuri, al căror scop este de a face revista mai utilă, mai documentată şi mai atrăgătoare masei cititorilor. Unele din aceste măsuri necesită explicaţii şi o îndrumare pentru a asigura o întrebuinţare raţională a revistei. Unele explicaţii se dau mai jos, iar pentru informaţii de detaliu rugăm pe cititorii noştri să se adreseze direct redacţiei revistei noastre.

Revista are următoarele părţi : partea de fond, partea documentară şi inseratele.

1. Partea de fond *conţine : articole, note discuţii, referate, recenzii, norme şi standarde şi cronica. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică şi o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detaşeze şi să se lege formînd colecţia revistei.*

1.1. Articole. *Articole de fond privind luări de poziţii, comentarii faţă de evenimente politice, economice şi tehnicele importanţă mare.*

Articole de tehnico - ştiinţifice, tehnico - economice sau tehnologice (4 — 6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză, se publică în condiţiile comunicate autorilor pe prima contrapagină a numerelor revistei din anul 1957. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacţională destinată a situa articolul în tematica revistei şi în problematica actuală a domeniului, cu sublinierea importanţei sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a uşura regăsirea unui articol într-o colecţie de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care împreună cu fişele documentare ale sumarelor în limba romînă şi în patru limbi străine permit identificarea obiectului articolelor şi pentru cititorii străini care nu cunosc limba romînă.

În acelaşi timp sumarele pe fişe (v. mai jos) şi tablele de materii anuale, pe 5 ani etc. dau posibilitatea regăsirii uşoare a unui articol în colecţie.

1.2. Notele *sînt expuneri mai scurte şi de o importanţă mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal şi se introduc în sumarele anuale.*

1.3. Discuţii *asupra unor lucrări sau articole apărute constînd dintr-o luare de poziţie şi un răspuns se admit fără ca Redacţia să ia un angajament sau responsabilitate în ce priveşte părerile exprimate. Discuţiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori şi cititori.*

1.4. Referatele *sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din ţară şi din străinătate care se consideră de către redacţie a fi interesante şi utile cititorilor. Indicaţia bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele şi referinţe bibliografice).*

1.5. Recenzii *sînt prezentări mai ample şi critice ale unor lucrări de anvergură, cărţi monografii, dizertaţii. Recenzorii se aleg de către redacţie printre persoanele competente în domeniul respectiv şi care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă şi să permită îmbunătăţiri la o nouă ediţie.*

1.6. Norme şi standarde *este o rubrică de prezentare a ultimilor ştiri privind redactarea şi apariţia de norme şi standarde electrotehnice în ţară şi străinătate (norme internaţionale).*

1.7. Cronica *serveşte la anunţarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii : congrese, conferinţe, aniversări, comemorări etc.*

2. Partea documentară *a revistei este mult amplificată faţă de trecut avînd în vedere nevoia acută de a promova şi îmbunătăţi documentaţia tehnico-ştiinţifică în masa inginerilor şi tehnicienilor electricieni.*

2.1. Sumarele *sînt redactate în cinci limbi sub formă de fişe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificaţie zecimală şi referinţe bibliografice normale (denumirea şi numărul revistei se repetă pe fiecare fişă). Dispuse pe fanioane care se detaşează la scoaterea broşelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate şi ordonate în fişiere bibliografice individuale, ca şi:*

2.2. Titlurile *unor articole recente din periodice din ţară şi străinătate, care pot să prezinte interes pentru inginerii sau tehnicienii noştri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4.).*

3. Inseratele sînt :

3.1. Anunţuri *de evenimente şi apeluri către cititori sau autori.*

3.2. Reclame *şi prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi electrotehnice din ţară şi străinătate.*

Condiţiile pentru inserarea de anunţuri şi reclame se comunică de către redacţie celor interesaţi.

Redacţia speră a fi acţionat în interesul cititorilor luînd aceste măsuri şi îşi propune ca obiectiv şi în viitor să facă revista cît mai utilă, mai interesantă şi cît mai vie.

Revista „Electrotehnica", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Grele Editor : Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia : Bucureşti, Str. Ion Ghica nr. 3, telefon 3 57 28 — 3 07 30. Administraţia şi Casieria : Bucureşti, Cal. Victoriei, 118, telefon 4 06 24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic ilustrativ apărut în revistă cît şi cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual : pentru întreprinderi lei 96, individual lei 30. Preţul unui exemplar : lei 5. Abonamentele se primesc la sediul administraţiei sus indicate. Tiparul ; Întreprinderea Poligrafică nr. 3. Bucureşti.

ELECTROTEHNICA

Anul VI nr. 7 iulie 1958

SUMAR

* * * **Ridicarea nivelului activităţii cercurilor ASIT**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 229

* * * : **Sărbătorirea prof. univ. ing. D. Leonida**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 231

CZ 621.313.361 :621.313.14
Fransua Al., Bichir I., Burlea G. : **Comparaţie între motoarele electrice mici cu colector şi cu caracteristică serie**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 233

Se compară performanţele maşinilor mici serie cu colector de construcţie clasică cu cele obţinute de maşini fără înfăşurare pe stator. Se arată că aceasta din urmă prezintă avantaje apreciabile faţă de maşinile mici de construcţie obişnuită.

CZ 621.316.923.2
Lupaş O. : **Legătura între curentul minim de topire şi diametrul firelor siguranţelor fuzibile**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 235

Se stabileşte o formulă generală de legătură între curentul minim de topire şi diametrul unui fir lung plasat în aer. Se compară rezultatele date de această formulă cu cele obţinute prin experienţe directe asupra firelor de Cu şi Ag şi se găseşte o concordanţă bună.

NOTE

CZ 621.3.016.1 :621.313.33
Nedelcu V. N. : **Cu privire la expresia cuplului electromagnetic dezvoltat de maşina asincronă**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 238

Se arată echivalenţa dintre două formule distincte folosite la calculul cuplurilor în maşinile asincrone.

CZ 621.3 :413.164 :00

C E I

Vocabular Electrotehnic Internaţional Grupa 05 — Definiţii fundamentale (Traducere comentată în limba romînă)
Electrotehnica **6** (1958) 7, 240

REFERATE, 273

CONTENTS

*** : **Raise of the level of the Scientific Engineers' and Technicians' Association (A.S.I.T). circles**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 229

*** : **Festivity in honour of University Professor, Engineer D. Leonida**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 231

DC 621.313.361 :621.313.14
Fransua Al., Bichir I., Bu·lea G. : **Comparison between small electrical motors with commutator and series characteristic**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 233

The performances of small series machines with commutators of classical construction are compared with those obtained by the machine without stator winding. It is shown that the latter one offers noticeable advantages as compared to small machines of costumary construction.

DC 621.316.923.2
Lupaş O. : **The relationship between the minim fusion current and the diameter of fusible cuts-out**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 235

A general formula of the relationship between the minim fusion current and the diameter of a long line placed in the air is estabilished. The results obtained by his formula and those obtained by direct experiments on cooper and silver wires are compared and a good concordance is ascertained.

NOTE

DC 621.3.016.1 :621.313.33
Nedelcu V. N. : **On the expression of the electromagnetic couple developed by the asynchronous machine**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 238

The equivalence between two different formulae used in the calculus of couples in the asynchronous machines is shown.

DC 621.3 :413.164 :00
C E I
International electrotechnical glossary — Group 05 — Fundamental definitions (Commented translation in Rumanian)
Electrotehnica **6** (1958) 7, 240

ABSTRACTS, 273

СОДЕРЖАНИЕ

* * *: **Повышение уровня деятельности кружков АСИТ-а**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 229

* * *: **Чествование проф. инж. Д. Леонида.**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 231

Д. К. 621.313.361; 621.313.14
Fransua Al., Bichr I., Bu-lea G.: **Сравнение малых коллекторных сериесных электродвигателей**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 233

Сравниваются свойства малых коллекторных сериесных электродвигателей классической конструкции и электродвигателя без статорной обмотки. Показаны преимущества последнего.

Д. К. 621.316.923.2.
Lupaş O.: **Связь между минимальным током плавления и диаметром проволоки плавких предохранителей**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 235

Выводится общее выражение, связывающее минимальный ток плавления и диаметр длинной проволки, помещенной в воздухе. Достигнутые результаты совпадают с экспериментальными данными, полученными на медных и серебряных проволках.

З А М Е Т К И

Д. К. 621.3.016.1; 621.313.33
Nedelcu V. N.: **В связи с выражением электромагнитного момента асинхронного двигателя**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 238

Доказывается эквивалентность двух различных выражений момента асинхронных двигателей.

Д. К. 621.3; 413.164; 00
М Э К.
Международный Электротехнический словарь. Группа 05 — Основные определения
(Румынский комментированный перевод)
Electrotehnica **6** (1958) 7, 240

РЕФЕРАТЫ, 273

INHALTSVERZEICHNIS

* * * : **Hebung des Arbeitsniveaus des technischen Zirkel des Wissenschaftlichen Verbands der Ingenieure und Techniker** (A.S.I.T.)
Electrotehnica **6** (1958) 7, 229

* * * : **Die zu Ehren des Universitätsprofessors Ing. D. Leonida veranstalte Festlichkeit**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 231

DK 621.313.361 :621.313.14
Fransua Al., Bichir I., Burlea G. : **Vergleich zwischen den kleinen Kollektormotoren mit Reihenschlusscharakteristik**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 233
Man vergleicht die Eigenschaften der kleinen Reihenschluss-Kommutatormotoren gewöhnlicher Bauart mit denjenigen der Maschine ohne Statorwicklung. Es wird gezeigt, dass diese letztere Maschine bedeutende Vorteile gegenüber den gewöhnlichen kleinen Maschinen aufweist.

DK 621.316.923.2
Lupaş O. : **Die Beziehung zwischen dem Mindestschmelzstrom und dem Durchmesser der Drähte bei Schmelzsicherungen**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 235
Es wird eine allgemeine Beziehung zwischen dem Mindestschmelzstrom und dem Durchmesser eines in der Luft befindlichen langen Drahtes aufgestellt. Dann werden die Ergebnisse verglichen, die man einerseits mit dieser Beziehung und andrerseits mittels direckter Versuche mit Kupfer— und Silberdrähten erhält. Eine gute Übereinstimmung zwischen den beiderseitigen Resultaten wird festgestellt.

NOTEN

DK 621.3.016.1 :621.313.33
Nedelcu V. N. : **Über den Ausdruck des von der Asynchronmaschine entwickelten elektromagnetischen Drehmomentes**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 238
Es wird die Übereinstimmung zweier verschiedenen Formeln gezeigt, die zur Berechnung der Drehmomente von Asynchronmaschinen verwendet werden.

DK 621.3 :413.164 :00
C E I
Internationales elektrotechnisches Vörterbuch. 05 — Gruppe — Grunddefinitionen (Rumänische erläuterte Fassung)
Electrotehnica **6** (1958) 7, 240

REFERATE, 273

MŰSZAKI KÖNYVTÁR BUDAPEST 1883

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 6 nr. 7 București, iulie 1958

Ridicarea nivelului activității cercurilor A.S.I.T.

(Concluziile consfătuirii Biroului Consiliului Central A.S.I.T. cu conducerea filialelor A.S.I.T.)

În zilele de 6 și 7 iunie a. c., a avut loc la Orașul Stalin o consfătuire a Biroului Consiliului Central în problemele activității cercurilor A.S.I.T.; pe lîngă membrii Biroului A.S.I.T., la consfătuire au luat parte președinți sau delegați ai filialelor A.S.I.T. regionale, comitetul filialei A.S.I.T. Stalin, cum și președinții unor cercuri A.S.I.T. mai importante din regiunea Stalin.

În cadrul consfătuirii, s-a dezbătut problema ridicării nivelului activității cercurilor A.S.I.T., care, fiind organizațiile tehnico-științifice cele mai cuprinzătoare ale inginerilor și tehnicienilor, sînt chemate să-i atragă și ele la traducerea în viață a principalelor obiective stabilite la Congresul al II-lea al partidului privind dezvoltarea economiei naționale și ridicarea nivelului cultural și material de viață al oamenilor muncii.

În mod deosebit, ultimul Congres A.S.I.T. a atras atenția asupra activității verigii de bază a Asociației, cercul A.S.I.T., cerînd dezvoltarea cu precădere a activității voluntare a inginerilor și tehnicienilor în cercurile A.S.I.T. din întreprinderi și instituții, astfel încît ele să contribuie nemijlocit la perfecționarea producției industriale și agricole, la îmbunătățirea pregătirii tehnice a membrilor A.S.I.T. și a muncitorilor.

De la cel de-al II-lea Congres A.S.I.T., activitatea în Asociație a înregistrat o evidentă dezvoltare, caracterizată atît prin creșterea numărului de manifestări în cercuri, filiale și la Consiliul Central, cît și prin exigența sporită privind nivelul științific al manifestărilor și eficacitatea lor; apariția unor forme noi de activitate și lărgirea sferei de activitate dovedesc inițiativa organizațiilor A.S.I.T., orientarea lor justă în alegerea problemelor și găsirea celor mai potrivite forme de rezolvare.

Paralel cu dezvoltarea activității de specialitate, tot mai multe sînt organizațiile A.S.I.T. care se preocupă să convingă membrii Asociației de înaltele îndatoriri ce revin inginerilor și tehnicienilor în construcția socialistă a țării, de importanța muncii lor pentru înfăptuirea vieții noi și înflorirea patriei noi, socialiste.

1. Se evidențiază numeroase inițiative valoroase în activitatea cercurilor A.S.I.T.; consfătuirile și sesiunile tehnico-științifice dovedesc în mod deosebit capacitatea de mobilizare și competența cercurilor A.S.I.T. în dezbaterea celor mai importante probleme ale producției, ca și în stimularea largă a activității de studiu și cercetare în producție; se întărește astfel tot mai mult convingerea că locul cel mai potrivit de activitate al inginerilor și tehnicienilor este cercul A.S.I.T., care poate cel mai bine cuprinde forța creatoare a membrilor A.S.I.T.; tocmai de aceea consfătuirea a insistat să se îndrepte principala grijă a filialelor și secțiilor de specialitate către cercurile A.S.I.T.

Sesiunile tehnico-științifice ale cercurilor A.S.I.T. din întreprinderi au căpătat de la început semnificația unui bilanț al rezultatelor obținute de ingineri și tehnicieni în activitatea lor pentru perfecționarea continuă a tehnicii și organizării producției; deoarece stimulează și întreține interesul cadrelor tehnice pentru cercetare și studii, ele au stîrnit interesul cercurilor A.S.I.T., care au trecut la organizarea lor; grăitor este faptul că numărul cercurilor A.S.I.T. care s-au angajat pînă în prezent să organizeze sesiuni tehnico-științifice este de peste o sută.

Consfătuirea, subliniind importanța organizării sesiunilor tehnico-științifice ca o formă specifică de activitate în Asociație, a cerut comitetelor cercurilor să acorde cea mai mare grijă bunei pregătiri a sesiunilor, realizării unui înalt nivel tehnico-științific al dezbaterilor.

În activitatea lor, cercurile A.S.I.T. trebuie să se sprijine și pe contribuția cadrelor tehnice medii (maiștri, tehnicieni etc.), atrăgîndu-le în consfătuiri și sesiuni tehnico-științifice și ajutîndu-le să-și completeze pregătirea practică cu cît mai multe cunoștințe teoretice. Membrii A.S.I.T. — tehnicieni, maiștri, fruntași în producție și inovatori — trebuie să găsească, în principal, în cercurile A.S.I.T., ajutor în activitatea lor, posibilitatea ridicării pregătirii lor tehnice.

2. Consfătuirea de la Constanța a fruntașilor și lucrătorilor din sectorul socialist al agriculturii, privind consolidarea și dezvoltarea sectorului socialist al agriculturii și sporirea producției agricole, a cerut tuturor forțelor tehnice din industrie și agricultură să acorde tot sprijinul științific, tehnico-organizatoric și material, astfel încît sectorul socialist al agriculturii să se întărească și să se dezvolte, în felul acesta acordîndu-se un avînt continuu în creșterea producției agricole.

Cercurile A.S.I.T. din agricultură sînt chemate să-și organizeze în așa fel activitatea, încît să ridice în permanență nivelul tehnic al muncilor agricole, să extindă experiența înaintată, să valorifice rezultatele cercetărilor.

Pentru cercurile A.S.I.T. agricole raionale, sesiunile tehnico-științifice vor fi un prilej minunat de schimb de experiență și de cunoaștere a cercetărilor și rezultatelor din institute, stații experimentale, case-laborator, cîmpuri experimentale și loturi demonstrative; sesiunile tehnico-științifice ale cercurilor A.S.I.T. din agricultură se pot organiza cel mai bine în cadrul „Zilei agronomului", așa cum s-a reușit pînă în prezent în unele regiuni ale țării.

3. În condițiile actuale ale lărgirii drepturilor și competințelor întreprinderilor, capătă tot mai multă importanță folosirea inițiativei și priceperii oamenilor muncii la conducerea și organizarea producției, prin consfătuirile de producție.

Participarea inginerilor și tehnicienilor la consfătuirile de producție este o îndatorire primordială, căci dă ocazie acestora să-și întărească rolul de conducători și organizatori ai producției și să rezolve cît mai favorabil, cu sprijinul muncitorilor, problemele producției.

Congresul al II-lea al A.S.I.T. a cerut însă cercurilor A.S.I.T. să participe, și ca organizații, activ la consfătuirile de producție, să studieze și să facă în consfătuiri propuneri îndreptate spre perfecționarea producției, să

acorde o mai mare parte din activitate îndeplinirii cerințelor exprimate în consfătuirile de producție.

Sînt unele cercuri A.S.I.T. ca, de exemplu, cele de la fabrica „Țesătura" și Atelierele C.F.R. „Ilie Pintilie"-Iași, care — împreună cu organele sindicale și administrative — au organizat consfătuiri de producție pe secții sau sectoare, în care s-au discutat și stabilit măsuri pentru problemele care au format obiectul consfătuirilor de producție ; totuși, pînă în prezent, participarea cercurilor A.S.I.T. la consfătuirile de producție este sporadică și nesistematică ; este de datoria comitetelor de filială să îndrumeze cercurile A.S.I.T. să acorde o mare atenție consfătuirilor de producție, astfel încît rolul și eficacitatea acestora să crească.

Participarea cercurilor A.S.I.T. la consfătuirile de producție trebuie să fie efectivă ; cercurile A.S.I.T. — împreună cu organele sindicale și administrative — să stabilească problemele ce vor face obiectul consfătuirilor de producție, să le studieze cu răspundere, să prezinte în consfătuiri cele mai întemeiate soluții și să colaboreze la aplicarea practică a hotărîrilor luate.

Prezența cercurilor A.S.I.T. la consfătuirile de producție constituie un prilej în plus de mobilizare a inginerilor și tehnicienilor pentru dezvoltarea întreprinderilor, pentru cele mai bune rezultate în activitatea de producție.

Așa cum s-a accentuat și în Congresul al II-lea al A.S.I.T., deosebit de pregătirea de specialitate, inginerii și tehnicienii trebuie să-și ridice și nivelul cunoștințelor economice, căci numai îmbinînd soluțiile tehnice cu cerințele economice, activitatea de proiectare, cercetare și producție va duce la rezultate favorabile dezvoltării economiei naționale și intereselor oamenilor muncii.

Pentru dezvoltarea mișcării de inovații, s-a arătat că cercurile A.S.I.T. trebuie să sporească grija față de inovatori, acordîndu-le sprijin mult mai larg și — totodată — să stimuleze preocuparea spre inovații, mai ales a tineretului din întreprinderi ; legat de activitatea nesatisfăcătoare a unor cabinete tehnice, s-a făcut propunerea ca acestea să treacă în grija cercurilor A.S.I.T. și să devină adevărate focare de propagandă tehnică.

4. O bogată activitate au desfășurat cercurile A.S.I.T. pentru ridicarea pregătirii tehnice a inginerilor, tehnicienilor și muncitorilor, sarcină care — în condițiile actuale ale progresului uimitor al științei și tehnicii — capătă o importanță vitală ; este îmbucurător faptul că tot mai multe cercuri A.S.I.T. desfășoară o susținută acțiune pentru cunoașterea realizărilor științei și tehnicii mondiale și din țara noastră, a experienței înaintate a întreprinderilor și colectivelor fruntașe, a realizărilor regimului nostru de democrație populară ; aceasta nu poate decît să ajute activității inginerilor și tehnicienilor, să întărească în conștiința acestora sentimentul mîndriei patriotice, încrederea în orînduirea democrat-populară și măreția răspunderilor ce le revin, ca participanți activi la construcția socialistă.

Răspunderi însemnate revin cercurilor A.S.I.T. față de inginerii și tehnicienii tineri ; aceștia trebuie înconjurați cu căldură și ajutați să-și completeze pregătirea profesională, să-și însușească arta conducerii și organizării cît mai bune a producției și a muncii, să se lege de întreprinderi, să devină cadre tehnice înaintate, de nădejde.

Consfătuirea a evidențiat rolul deosebit pe care trebuie să-l aibă cercurile A.S.I.T. în ridicarea nivelului politico-ideologic al inginerilor și tehnicienilor. Cercurile A.S.I.T. trebuie să insufle fiecărui inginer și tehnician dragoste față de muncă și întreprindere, încredere în politica partidului și statului nostru, să întărească convingerea în superioritatea orînduirii socialiste, să transforme în patriot înflăcărat pe fiecare inginer și tehnician. Pentru aceasta, cercurile A.S.I.T. sînt datoare să orienteze întreaga lor activitate în așa fel, încît ea să răspundă marilor sarcini puse de partid și guvern.

5. Ținînd seamă de volumul și calitatea activității, consfătuirea a subliniat rolul important al comitetelor de cerc, astfel încît acestea să orienteze just activitatea voluntară a inginerilor și tehnicienilor și s-o organizeze în așa fel încît ea să ducă la contribuții concrete în activitatea întreprinderilor și a instituțiilor; sarcina de onoare și de răspundere a conducerii activității cercurilor A.S.I.T. trebuie încredințata inginerilor și tehnicienilor celor mai valoroși, cu prestigiu, cinstiți, legați de cauza clasei muncitoare, militanți pe tărîmul progresului tehnic și încrezători în triumful socialismului.

Adunările generale ale cercurilor A.S.I.T. constituie prilejuri potrivite pentru aprecierea rezultatelor activității membrilor A.S.I.T., evidențierea acelor ingineri și tehnicieni care se achită cu competență și devotament de sarcinile ce le revin, cum și pentru criticarea acelora care participă insuficient la preocupările întreprinderilor. Adunărilor generale anuale ale cercurilor A.S.I.T., care vor avea loc în toamna acestui an, le revine îndatorirea alegerii unor asemenea comitete, care să ridice autoritatea cercurilor A.S.I.T. în întreprinderi și să le aducă în situația de a contribui activ la soluționarea problemelor producției.

6. În mod just a reieșit din consfătuire că de ridicarea nivelului activității cercurilor A.S.I.T. este legată creșterea participării Asociației la rezolvarea problemelor importante ale construcției socialiste din țara noastră, concluzia care rezultă firesc fiind acordarea celei mai mari griji și atenții activității cercurilor A.S.I.T.

Punînd accentul pe grija ce trebuie acordată vieții proprii a cercurilor A.S.I.T., a reieșit — totodată — importanța îndrumării și sprijinirii atente a activității acestora, atît de către comitetele filialelor, cît și de către secțiile de specialitate, astfel încît cercurile A.S.I.T. să se afirme în întreprinderi ca organizații competente în promovarea progresului tehnic.

Cercurile A.S.I.T. să fie sprijinite cu conferențiari din centre importante, să facă schimb de conferențiari, să stabilească legături cu institutele de cercetări, iar în rezolvarea unor probleme dificile ale producției să primească ajutorul celor mai buni specialiști.

7. Din consfătuire a rezultat influența pozitivă pe care o au revistele A.S.I.T. în activitatea inginerilor și a tehnicienilor. Unele reviste publică însă material prea teoretic, realizările din producție și experiența înaintată fiind prea puțin oglindite în cuprinsul lor ; de asemenea, la unele reviste, numărul autorilor din institutele de cercetări și organizații centrale depășește pe al acelora din producție. Această situație se explică atît prin faptul că membrii A.S.I.T. din producție nu colaborează activ la reviste — deși au fost în repetate rînduri solicitați — cît și prin preferințele unor comitete de redacție pentru autorii din București.

Consfătuirea biroului Consiliului Central A.S.I.T. cu conducerea filialelor A.S.I.T. a îndreptat încă o dată atenția către problema cercurilor A.S.I.T., problema principală a Asociației ; a scos în evidență marile posibilități ce există pentru ridicarea nivelului activității cercurilor A.S.I.T., posibilități care — folosite — vor duce la un avînt neîntrerupt în Asociație, la sporirea contribuției patriotice a inginerilor și tehnicienilor pentru construcția socialismului în R.P.R.

Delegații la consfătuire au participat și la lucrările primei sesiuni tehnico-științifice a cercului A.S.I.T. de la Uzinele de tractoare „Ernst Thälmann" din Orașul Stalin. Sesiunea a confirmat întru totul tezele dezbătute în consfătuire privind capacitatea tehnică și organizatorică a cercurilor A.S.I.T. și posibilitățile reale ale acestora de a organiza manifestări tehnico-științifice de prestigiu.

S-a vizitat, de asemenea, șantierul Trustului 5 construcții — Orașul Stalin, unde se experimentează construcții de locuințe din beton monolit turnat în tipare de aliaj de aluminiu ; la rezolvarea diferitelor probleme ale acestei noi tehnologii de construcții, un sprijin efectiv l-au dat numeroși specialiști din toate ramurile, mobilizați de M.C.M.C. și Filiala A.S.I.T. Stalin.

În încheierea consfătuirii, toți participanții au vizitat Muzeul castelului Bran.

Este regretabil că de la lucrările consfătuirii au absentat reprezentanți ai comitetelor filialelor Cluj, Craiova, Oradea și Suceava, iar comitetele filialelor Timișoara și Pitești nu au trimis reprezentanți competenți ; poziția acestor comitete de filială nu poate să servească activității Asociației și creșterii ei.

Sărbătorirea prof. univ. ing. Dimitrie Leonida

Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R., Ministerul Învăţământului şi Culturii, Comitetul de Stat al Apelor, Departamentul Energiei Electrice şi conducerea şantierului centralei hidroelectrice „V. I. Lenin" — Bicaz au organizat vineri 23 mai a.c., în Capitală, o adunare festivă cu ocazia împlinirii a 75 de ani de viaţă şi 50 de ani de activitate fructuoasă în slujba propăşirii ştiinţei şi tehnicii, de către prof. univ. ing. D. Leonida.

Au participat peste 300 de persoane : academi-

cieni, membri ai corpului didactic universitar, ingineri, tehnicieni, studenţi, foşti elevi ai şcolii de electricieni şi mecanici şi ai şcolii de ucenici electricieni, colaboratori şi familia sărbătoritului.

Deschizînd adunarea, prof. ing. C. Atanasiu, vicepreşedinte al Consiliului Central A.S.I.T., a arătat printre altele: „profesor universitar ing. D. Leonida a fost un luptător neobosit pentru progresul economiei patriei noastre, la temelia căreia a văzut întotdeauna că trebuie să stea electrificarea şi stăpînirea apelor. În domeniul folosirii complexe a apelor şi a electrificării ţării, al studiilor de bază pentru construcţia centralei hidroelectrice de la Bicaz, al pregătirii de electricieni şi ingineri, precum şi în domeniul popularizării largi a principiilor tehnico-ştiinţifice şi economice care stau la baza stăpînirii apelor şi electrificării, prof. univ. ing. D. Leonida a avut o activitate creatoare deosebită ; el a trasat linii noi în tehnica şi ştiinţa romînească".

Din partea Academiei R.P.R. a luat cuvîntul acad. prof. I. S. Gheorghiu, vicepreşedinte al Academiei R.P.R., care a spus că: „Academia pune un deosebit preţ pe activitatea prof. univ. ing. D. Leonida în opera de formare a tinerelor cadre medii de specialişti, pe care sărbătoritul a început-o încă cu 40 de ani în urmă, prin înfiinţarea şi conducerea şcolii de electricieni şi mecanici, pe care a susţinut-o cu multă trudă — şi uneori cu sacrificii personale — la o epocă cînd forurile conducătoare ale ţării priveau cu indiferenţă, dacă nu chiar cu ostilitate, acest fel de ocupaţie." Mai departe, acad. I. S. Gheorghiu a subliniat că „aruncînd o privire asupra activităţii de o viaţă întreagă a prof. univ. ing. D. Leonida vedem că ea are strînse legături şi cu preocupările Academiei R.P.R. şi tocmai de aceea Academia R.P.R. se asociază la această sărbătorire şi urează sărbătoritului să trăiască mulţi ani spre a duce mai departe, cu acelaşi folos, munca pe ogorul tehnic al ţării noastre".

Salutîndu-l pe sărbătorit, prof. dr. ing. St. Bălan, adjunct al ministrului Învăţămîntului şi Culturii, a înfăţişat aspecte din activitatea rodnică a prof univ. ing. D. Leonida în domeniul învăţămîntului tehnic şi al orientării cadrelor din această ramură a economiei ţării noastre. Subliniind întreaga activitate dusă de sărbătorit în cadrul diferitelor institute politehnice din ţară, prof. dr. ing. St. Bălan a arătat că „prof. univ. ing. D. Leonida, dîndu-şi seama că pentru ridicarea nivelului tehnicii noastre este nevoie nu numai de ingineri dar şi de cadre tehnice medii, precum şi de lucrători cu o temeinică calificare, a întemeiat, fără sprijin, Şcoala de electricieni şi mecanici pe care au absolvit-o peste 4 000 de elevi.

Adresîndu-se sărbătoritului, prof. dr. ing. St. Bălan a spus: „stimate tov. prof. D. Leonida, conştiinţa datoriei împlinite este cea mai mare şi mai frumoasă răsplată ce poate fi hărăzită unui om care şi-a dedicat toată munca, toată viaţa, binelui obştesc".

Felicitînd pe sărbătorit, ing. Nicolae Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele, a scos în evidenţă contribuţia acestuia la dezvoltarea centralelor electrice în ţara noastră, începînd cu centrala electrică Grozăveşti, care la timpul ei a fost cea mai mare centrală electrică din ţară, avînd cele mai puternice motoare Diesel din Europa, şi terminînd cu cel mai îndrăzneţ proiect a cărui realizare integrală va fi gata în 1960 — centrala hidroelectrică „V. I. Lenin" de pe Bistriţa, vorbitorul a menţionat lupta dusă de prof. univ. ing. D. Leonida pe tărîmul electrificării întregii ţări, ridicînd această importantă problemă încă din 1921 la primul congres al inginerilor din ţara noastră, care s-a ţinut la Iaşi.

În calitate de director al electrificării căilor ferate, sărbătoritul a desfăşurat o activitate asiduă în această direcţie, deşi sprijinul acordat acestei probleme nu era la înălţimea eforturilor care se făceau. Abia în regimul de democraţie populară prof. univ. ing. D. Leonida şi-a văzut visul împlinit, cînd sub conducerea partidului şi guvernului s-a trecut la un vast plan de electrificare a ţării.

Ing. Adalbert Gilbert, directorul general al întreprinderii de construcţie a centralei hidroelectrice

„V. I. Lenin" — Bicaz a adus salutul lucrătorilor de pe şantierul întreprinderii de construcţie a centralei.

Prof. dr. ing. Remus Răduleţ, directorul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R., fost student al prof. univ. ing. D. Leonida, a evocat amintiri din activitatea de învăţămînt, subliniind înaltul nivel şi forma deosebit de atractivă în care sărbătoritul preda lecţiile la Institutul Politehnic din Timişoara.

„Spre sfîrşitul lecţiilor — arată prof. dr. ing. R. Răduleţ — cuvintele prof. univ. ing. Leonida se încălzeau pînă la entuziasm pentru ideile profesate ; nici măsura de la început, nici ordonarea care urma, nici căldura cu care se încheiau lecţiile nu ni s-au părut însă vreodată căutate. Ele erau expresia unei gîndiri temeinice şi a unei convingeri nestrămutate în biruinţa realizărilor tehnice pentru care luptă".

Prof. univ. ing. D. Leonida a mai fost felicitat de Alex. Manolache, absolvent al şcolii de electricieni şi mecanici, şi de Mihai Cenuşoiu, absolvent al şcolii de ucenici electricieni.

Luînd apoi cuvîntul, ing. Ion Bernacki — preşedintele Comitetului de Stat al Apelor — a spus printre altele : „Împliniţi astăzi 75 de ani de viaţă. Tot ce aţi făcut în aceşti ani se caracterizează printr-o dragoste fierbinte şi o grijă deosebită pentru poporul muncitor. În regimul capitalist nu au putut fi realizate cele mai importante lucrări pe care le-aţi pregătit împreună cu colaboratorii Dv. De-abia în regimul nostru, concepţiile şi studiile Dv. au găsit preţuire, a putut începe realizarea avîntatelor Dv. visuri din tinereţe. Sarcinile din ce în ce mai importante ce vi s-au încredinţat, aplicarea concepţiilor Dv. în ceea ce priveşte stăpînirea şi gospodărirea apelor, acordarea Ordinului Muncii şi a Premiului de Stat clasa I-a şi azi a „Ordinului Steaua Republicii" clasa I-a stau mărturie a felului în care regimul nostru înţelege să răsplătească pe cei ce contribuie la dezvoltarea statului nostru socialist".

Luînd cuvîntul, prof. univ. ing. D. Leonida a mulţumit cu recunoştinţă partidului şi guvernului, tuturor celor prezenţi la sărbătorirea sa, subliniind că în anii de democraţie populară omului de ştiinţă îi sînt create toate posibilităţile pentru a-şi manifesta din plin forţa sa creatoare. El s-a angajat să contribuie şi pe viitor la opera de electrificare a ţării.

Solemnitatea decorării prof. univ. ing. Dimitrie Leonida

Vineri dimineaţa a avut loc la Prezidiul Marii Adunări Naţionale solemnitatea înmînării Ordinului Steaua Republicii Populare Romîne clasa I-a prof. univ. ing. Dimitrie Leonida, cu prilejul împlinirii vîrstei de 75 de ani, pentru merite deosebite în muncă.

La solemnitate au asistat tovarăşii Ion Gheorghe Maurer, preşedintele Prezidiului Marii Adunări Naţionale, Gheorghe Stoica, secretarul Prezidiului Marii Adunări Naţionale, prof. univ. ing. St. Bălan, adjunct al ministrului Învăţămîntului şi Culturii, ing. N. Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele, ing. I. Bernacki, preşedintele Comitetului de Stat al Apelor, prof. ing. G. Atanasiu, vicepreşedinte al A.S.I.T., ing. Adalbert Gilbert, director general al Hidrocentralei „V. I. Lenin" de la Bicaz, Iulia Leonida, soţia sărbătoritului, şi alţii.

După citirea decretului de decorare, tov. Ion Gheorghe Maurer a înmînat prof. univ. ing. D. Leonida înalta distincţie şi, în numele Prezidiului Marii Adunări Naţionale, l-a felicitat călduros pentru bogata şi rodnica activitate desfăşurată timp de 50 de ani în domeniul construcţiilor energetice, urîndu-i ca şi în viitor să contribuie prin munca sa la dezvoltarea ştiinţei şi tehnicii în ţara noastră.

În răspunsul său prof. univ. ing. D. Leonida, după ce a mulţumit pentru înalta distincţie acordată, şi-a exprimat recunoştinţa faţă de partid şi guvern care i-au creat largi posibilităţi de a vedea îndeplinindu-se, după 40 de ani, visul său — construcţia hidrocentralei electrice de la Bicaz — şi de a participa la elaborarea şi înfăptuirea măreţului plan de electrificare a ţării.

(AGERPRES)

Comparație între motoarele electrice mici cu colector avînd caracteristică serie

ALEXANDRU FRANSUA, ION BICHIR, GEORGE BURLEA — București*)

In acționările electrice de mică putere mașinile cu colector cu caracteristică serie ocupă un loc important. Performanțele mașinilor serie de construcție clasică sînt concurate de cele obținute de mașina universală fără înfășurare pe stator. In articol se face o comparație între performanțele construcțiilor moderne clasice și cele obținute cu mașina fără înfășurare pe stator.

CZ 621.313.361; 621.313.14

În ultimii ani, în producția mondială de mașini electrice, puterea totală a mașinilor sub 1 kW depășește producția mașinilor de putere mai mare decît 1 kW. Domeniile de utilizare a mașinilor mici sînt dintre cele mai diferite : sisteme de reglaj automat și telemecanică, mașini de calcul, aparate casnice și sanitare, aparate telegrafice etc. Dintre mașinile mici un loc important îl ocupă mașinile cu colector cu caracteristică serie. Față de celelalte, aceste mașini au avantajul unui cuplu mare de pornire și viteze sub și suprasincrone. Ne referim îndeosebi la mașina universală cu colector și la mașina de repulsie. În ultima vreme a apărut un serios concurent al acestor mașini și anume mașina universală fără înfășurare pe stator, care prezintă o caracteristică mecanică serie și are, ca și mașina de repulsie, posibilitatea de reglaj de viteză la cuplu constant, prin deplasarea periilor.

1. Principiul de funcționare a acestui motor este acum cunoscut [1], [2]. În linii mari, ideea de bază a acestui motor se regăsește în toate tratatele de mașini electrice, în studiul reacției longitudinale a indusului de curent continuu. Orice reacție longitudinală magnetizantă a indusului conduce la apariția unui cuplu motor. Inventatorii acestui motor nu au făcut decît să exploateze această idee, astfel încît să rezulte un cuplu motor maxim.

O secțiune transversală prin motorul fără înfășurare în stator este dată în fig. 1. Motorul nu are pe stator nici o înfășurare, deschiderea polilor fiind de 50% din pasul polar. Rotorul este de construcție normală de curent continuu. Fluxul Φ_2 dat de curentul rotoric I_2, poate fi considerat că se descompune în componentele Φ_d și Φ_q. Φ_d ar fi un flux de excitație, dat de amperspirele din arcele $P_2P'_1$ și $P_1P'_2$. El se închide prin întrefier și stator.

Fluxul transversal Φ_q al amperspirelor din $P_1P'_1$ și $P_2P'_2$ se închide printr-un întrefier mult mai mare și se micșorează mult. Conductoarele din arcele $P_1P'_1$ și $P_2P'_2$, aflîndu-se în cîmp magnetic, sînt supuse unor forțe electrodinamice. Cuplul mecanic ce ia naștere pune în mișcare rotorul. Diagrama vectorială a motorului fără înfășurare pe stator este dată în fig. 2.

*) Ing *Al. Fransua* este conferențiar la Institutul Politehnic din București, *I. Bichir* și *G. Burlea* sînt studenți la același institut.

Diagrama vectorială este mult mai simplă decît la motorul cu repulsie. Tensiunea electromotoare de reacție este notată $\overline{E}_r$, iar tensiunea la borne $\overline{U}$.

Pentru a putea compara performanțele motorului fără înfășurare pe stator cu acelea ale motorului de repulsie, s-au determinat la plat-

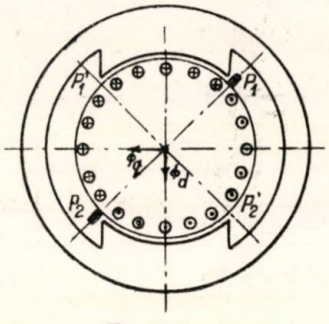


Fig. 1.

formă mărimile caracteristice ale unui motor de repulsie de construcție germană recentă [VEB (K) Elektromotorenwerk, Grossenhain S a 120 V; 2 700 rot/min, 13 W]. După aceea, același motor a fost încercat ca motor fără înfășurare pe stator. Atragem de la început atenția asupra faptului, că motorul încercat are poli cu deschiderea de 67 % din pasul polar, ceea ce va conduce la performanțe mai scăzute pentru funcționarea fără înfășurare pe stator, decît în cazul optim teoretic, cînd deschiderea trebuie să fie de maximum 50%.

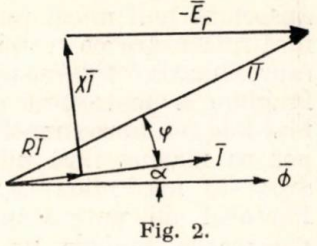


Fig. 2.

Rotorul mașinii originale de repulsie a fost rebobinat și folosit pentru a realiza din nou o mașină fără înfășurare pe stator, avînd deschiderea polară de 35% și înălțimea polilor micșorată corespunzător. S-au ridicat de asemenea pe aceeași cale experimentală mărimile caracteristice ale acestui motor.

În fine s-a făcut apel la două broșuri prospect [3], [4] care prezintă datele unor motoare universale serie cu colector de construcție sovietică, respectiv germană.

2. Încărcarea motoarelor s-a făcut cu ajutorul unui generator mic de curent continuu cu excitație independentă. Motorul de repulsie a fost încercat pentru două poziții ale periilor, în jurul poziției optime. Motorul fără înfășurare s-a încercat pentru o singură poziție a periilor. În toate încercările s-a căutat să se obțină aceeași viteză a grupului și același curent de excitație a generatorului. Rezultatele încercărilor sînt concentrate în tabela 1, în care s-au trecut și datele motoarelor universale ЭЛ — 52 de construcție sovietică și FM-87-40 de construcție germană.

3. Din studiul tabelei 1, rezultă o serie de concluzii clare :

Tabela 1

Caracteristici		U V	I_s A	I_r A	n rot/min	P_a W	S VA	cos φ %	P_u W	η %	D_{ext} mm	L_{ext} mm	G kg
Motor de repulsie	I	110	0,82	8,3	2 680	78,5	90,2	87	12,4	16	95	165	2,7
	II	110	0,90	8,6	2 750	91	100,8	91	16,7	19,3	95	165	2,7
Motor fără înfășurare pe stator cu $\alpha = 67\%$		13,5	—	7,2	2 750	76	97,2	78	24,9	32,7	80	165	2,2
Motor fără înfășurare pe stator cu $\alpha = 35\%$		70	—	1,2	2 700	72,5	84	86	30,8	42,5	80	165	2,1
Motor ЭЛ — 52		127	—	0,75	2 700	66,5	95	70	30	45	88	162	2,5
Motor FM—87—40		110	—	—	3 000	65	—	—	30	46	90	156	2,4

a) La aceleași dimensiuni ale rotorului și la același consum de cupru pentru înfășurarea rotorului, motorul de repulsie este net învins de motorul fără înfășurare pe stator, fie cu $\alpha = 0{,}67$; fie cu $\alpha = 0{,}35$. La o putere activă absorbită mai mică, puterea utilă a motorului fără înfășurare pe stator este sensibil mai mare (aproximativ 100% mai mare). La aceeași lungime a motorului diametrul exterior este mai mic (cu aproximativ 20%) ceea ce conduce pentru mașina fără înfășurare pe stator la o greutate mai mică (2,2 kg față de 2,7 kg). Factorul de putere are aproximativ aceeași valoare la ambele mașini fiind mai bun la motorul de repulsie, acest lucru fiind explicabil îndeosebi prin randamentul nesatisfăcător al acestuia. Precizăm, că motorul fără înfășurare pe stator poate fi folosit și în curent continuu, spre deosebire de motorul de repulsie. Ambele mașini au posibilitatea de reglaj de viteză la cuplu constant prin deplasarea periilor.

b) Motorul fără înfășurare pe stator cu $\alpha = 0{,}35$ concurează serios ca gabarite și greutate la aceeași putere utilă și viteză și motorul universal clasic cu colector. Esențial de subliniat este faptul că factorul de putere al motorului fără înfășurare pe stator este sensibil mai bun (0,86 față de 0,7 la mașini de 2 700 rot/min). Randamentul este de același ordin de mărime. (Precizăm că randamentul motorului fără înfășurare pe stator este măsurat prin încercare directă și nu din catalog).

c) Din punct de vedere tehnologic, balanța înclină în favoarea motorului fără înfășurare pe stator. Acesta are un rotor obișnuit, cu nimic diferit tehnologic față de celelalte mașini. În schimb tola statorică este vizibil mai simplă, lipsesc bobinele de excitație. În plus, cantitatea de cupru folosită în mașină este mai mică (cel puțin cu 20%).

d) Comutația la motorul fără înfășurare pe stator nu dă deloc dificultăți mai mari așa cum s-ar putea crede. Îndeosebi la motorul cu $\alpha = 0{,}35$, periile erau mult în afara polului. Calitatea superioară a periilor folosite (EG 14) și un colector perfect din punct de vedere mecanic au asigurat o comutație de gradul 1 în privința scînteiilor.

Prin urmare, motorul fără înfășurare pe stator prezintă importanță pentru diferite acționări mici, întrucît față de motorul corespunzător de repulsie sau motorul monofazat, prezintă avantaje vizibile.

Bibliografie

[1] Fransua Al. : *Studiul unei mașini electrice de curent continuu cu caracteristică serie, fără înfășurare pe stator.* Studii și cercetări de energetică 4 (1956)3.

[2] Aslan H. și Fransua Al. : *O nouă mașină universală fără înfășurare pe stator.* (Conferința electricienilor din R.P.R. —1957.) Electrotehnica 6(1958)6, 202 — 207.

[3] xxx: *Malie elektrodvigateli.* Edinnaia seria, Vsesoiuznoe Obedinenie „Mașinoexport", nr. 1641.

[4] xxx: *Fransch-Motoren für Gleich-und Wechselstrom VEM* Electromotorenwerk Hartha, Katalog Nr. 51103/10.

Intrat în redacție la 6. V. 1958

Legătura între curentul minim de topire şi diametrul firelor siguranţelor fuzibile

OVIDIU LUPAŞ — Bucureşti *)

Dimensionarea firelor fuzibile ale siguranţelor în aer se face, de obicei, pe baza unor date empirice cu generalitate restrînsă. Necesitatea unor generalizări teoretice permite lărgirea posibilităţilor de calcul. In articol se dă o asemenea generalizare, formulele obţinute fiind în foarte bună concordanţă cu datele experimentale.

CZ 621.316.923.2

Funcţionarea satisfăcătoare a siguranţelor fuzibile depinde în mare măsură de alegerea corespunzătoare a firelor fuzibile. Printre parametrii care determină comportarea fuzibilelor în regim normal de funcţionare şi în procesul de topire este şi curentul minim de topire, a cărui cunoaştere în funcţie de diametrul firelor prezintă o deosebită importanţă. Pentru exprimarea curentului minim de topire I al unui fir lung plasat în aer se foloseşte adesea [1] o formulă de tipul :

$$I_t = k_1 d^{3/2} \tag{1}$$

în care d este diametrul firului fuzibil, iar k_1 — un coeficient ce depinde de natura metalului din care este făcut firul.

Expresia (1) capătă o justificare teoretică în ipoteza că cedarea de căldură de la fir este proporţională cu suprafaţa laterală a firului, coeficientul de cedare a căldurii prin convecţie şi radiaţie nedepinzînd de diametrul firului fuzibil. Experienţa [2] verifică destul de bine formula (1) pentru diametre de fir relativ mari — de ordinul mm — însă arată că pentru fire foarte subţiri coeficientul de cedare de căldură prin convecţie este practic invers proporţional cu diametrul firului, curentul minim de topire putînd fi exprimat printr-o formulă de tipul :

$$I_t = k_2 d. \tag{2}$$

În cele ce urmează se caută stabilirea unei formule generale care să lege curentul minim de topire de diametrul firelor fuzibile din diferite metale.

Deducerea expresiei curentului minim de topire ca funcţie de diametrul firului fuzibil

Ecuaţia care dă distribuţia temperaturii de-a lungul unui fir parcurs de curent şi plasat în aer liber este [2] :

$$\lambda \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} - \alpha \frac{p}{s} \vartheta + j^2 \rho = \gamma_c \frac{\partial \vartheta}{\partial t}, \tag{3}$$

în care : ϑ este supratemperatura firului ;
j — densitatea de curent în fir ;
p, s — perimetrul şi aria secţiunii firului fuzibil ;
x — coordonată axială ;
α — coeficientul de cedare a căldurii prin convecţie şi radiaţie
c, γ, λ, ρ — căldura specifică, densitatea, conductibilitatea termică şi rezistivitatea electrică a metalului firului ;
t — timpul.

În cazul în care firul este suficient de lung pentru ca temperatura la jumătatea firului ($x = 0$) să nu fie influenţată de prezenţa bornelor şi în cazul în care se stabileşte un regim staţionar — cum e cel dat de curentul minim de topire — variaţia temperaturii în timp e nulă aşa încît temperatura maximă, care va fi atinsă la jumătatea firului, va fi dată de ecuaţia algebrică :

$$\alpha \frac{p}{s} \vartheta = j^2 \rho \tag{4}$$

care pentru fire cilindrice dă :

$$I^2 = \frac{\pi^2}{4} \frac{\alpha}{\rho} \vartheta d^3 \tag{5}$$

I fiind curentul prin fir şi d — diametrul firului.

Pentru a obţine curentul minim de topire va trebui să luăm toate mărimile ce intervin în ecuaţia (5) la supratemperatura de topire a metalului din care e făcut firul. Obţinem :

$$I_t^2 = k_t \alpha_t d^3 \tag{6}$$

cu :

$$k_t = \frac{\pi^2}{4} \frac{\vartheta_t}{\rho_t} \tag{7}$$

mărime ce nu depinde de diametrul firului şi care poate fi calculată pentru un metal dat.

Mărimile luate la temperatura de topire au fost afectate cu indicele t.

Pentru a i se putea studia dependenţa de diametrul firului d, coeficientul de cedare de căldură α trebuie descompus în două componente — cea de radiaţie α_r şi cea de convecţie α_c, fiecare depinzînd de alţi parametri

$$\alpha = \alpha_r + \alpha_c. \tag{8}$$

Căldura radiată Q_r depinde esenţial de temperatura, starea şi natura suprafeţei radiante S şi este independentă de forma ei, în speţă de diametrul firului.

Cedarea de căldură prin radiaţie de la un corp se poate evalua cu ajutorul relaţiei :

$$Q_r = \alpha_r S \vartheta \tag{9}$$

*) O. Lupaş este inginer electrotehnic

cu α_r dat de formula lui Stefan şi Boltzmann :

$$\alpha_r = \frac{5{,}75}{\vartheta} e \left[\left(\frac{\vartheta + \vartheta_0 + 273}{1\,000} \right)^4 - \left(\frac{273 + \vartheta_0}{1\,000} \right)^4 \right] .10^{-3}$$

$$[\mathrm{mW/cm^2 °C}] \qquad (10)$$

în care : e este factorul superficial de radiaţie a cărui valoare cuprinsă între 0 şi 1 depinde mult de starea şi natura suprafeţei radiante ;
ϑ_0 — temperatura ambiantă.

Căldura cedată prin convecţie se datorează unui fenomen aerodinamic complicat şi depinde de forma şi împrejurimea corpului fără a depinde

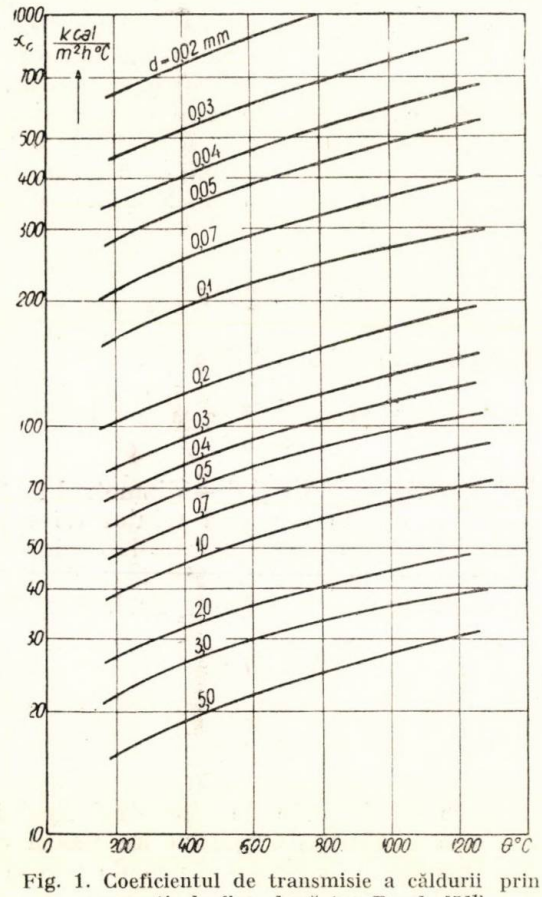


Fig. 1. Coeficientul de transmisie a căldurii prin convecţie la fire, după ten Bosch [5][1]).

însă de materialul sau de starea suprafeţei corpului. Cedarea de căldură prin convecţie de la un corp se poate evalua cu relaţia :

$$Q_c = \alpha_c S \vartheta. \qquad (11)$$

În privinţa felului cum depinde coeficientul de cedare a căldurii prin convecţie de diametrul firului străbătut de curent, formulele experimentale date de diferiţi cercetători nu sînt în deplin acord [2] ele fiind de forma :

$$\alpha_c = \alpha_1 + \frac{\beta_1}{d} \qquad (12)$$

dînd însă diferite valori pentru α_1 şi β_1 după domeniul de variaţie al diametrelor în care s-au făcut experienţele. La supratemperaturi reduse, formula lui Kennely obţinută făcînd experienţe asupra firelor cu $0{,}114 < d < 0{,}697$ mm dă pentru α_c valoarea [3], [2] :

$$\alpha_{c_0} = 2{,}03 + \frac{1{,}28}{d}$$ [2]) $[\mathrm{mW/cm^2 °C}]$

cu d în mm.

În cele ce urmează se va folosi această formulă experimentală deoarece diametrele uzuale ale firelor siguranţelor fuzibile — atît de înaltă cît şi de joasă tensiune — se află în domeniul de diametre cercetat de Kennely.

Deoarece coeficientul de cedare a căldurii prin convecţie α_c va trebui luat în calcule la temperatura de topire a metalului din care e făcut firul, va trebui să se ţină seamă de variaţia coeficientului α_c cu temperatura, formula lui Kennely fiind valabilă pentru supratemperaturi apropiate de 0°C.

Atît experienţele lui Heilmann [4] făcute cu cilindri cu 25 mm $< d <$ 200 mm cît şi experienţele lui ten Bosch [5] executate asupra unor fire subţiri şi ilustrate în fig. 1 au arătat că α variază liniar cu temperatura :

$$\alpha_{c\vartheta} = \alpha_{c0} (1 + a\vartheta). \qquad (14)$$

Dacă domeniul diametrelor de fir care interesează nu variază în limite prea largi, coeficientul a se poate considera ca independent de diametrul firului — după cum rezultă din fig. 1, în care curbele de variaţie ale lui α_c cu temperatura, corespunzătoare diferitelor diametre rămîn paralele între ele în tot intervalul de variaţie al temperaturii.

Din fig. 1 reiese, după o transformare convenabilă a unităţilor în care e dat coeficientului α_c :

$$a = 0.85 .10^{-3} \quad [\mathrm{mW/cm^2 °C^2}]. \qquad (15)$$

Din formulele (12) şi (14) rezultă că α_{ct} coeficientului de cedare de căldură prin convecţie luat la temperatura de topire a metalului firului va fi de forma :

$$\alpha_{ct} = \left(\alpha_1 + \frac{\beta_1}{d} \right) (1 + a\vartheta_t) \qquad (16)$$

şi coeficientul total de cedare a căldurii α se va scrie :

$$\alpha_t = \alpha_{ct} + \alpha_{rt} = \left(\alpha_1 + \frac{\beta_1}{d} \right) (1 + a\vartheta_t) + \alpha_{rt} =$$

$$= f_1 (\vartheta_t, e) + f_2 (\vartheta_t) \frac{1}{d} \qquad (17)$$

[1]) În lucrarea originală scara ordonatelor este redată greşit.

[2]) În unităţi originale :

$$\alpha_{c_3} = 17{,}5 + \frac{11}{d} \quad [\mathrm{kcal/m^2\ °Ch}].$$

cu :

$$f_1(\vartheta_t, e) = \alpha_1 (1 + a\vartheta_t) + \alpha_{rt} \quad (18)$$

$$f_2(\vartheta_t) = \beta_1 (1 + a\vartheta_t) \quad (19)$$

mărimi ce nu depind decît de supratemperatura de topire ϑ_t și de factorul de emisie e al metalului firului.

În definitiv, obținem folosind relațiile (6) și (17) expresia care leagă curentul minim de topire de diametrul firului fuzibil :

$$I_t^2 = k_t . \alpha_t . d^3 = k_t f_1(\vartheta_t, e)\, d^3 + \\ + k_t f_2(\vartheta_t)\, d^2 = Bd^3 + Cd^2 \quad (20)$$

B și C sînt constante pentru un metal dat și pot fi calculate folosind relațiile (7), (13), (15), (17) și (20). Substituind și făcînd calculul de unități obținem :

$$B = \frac{\pi^2}{4} \frac{\vartheta_t}{\rho_t} \left\{ 2{,}03 \left(1 + \frac{0{,}85}{1\,000} \vartheta_t\right) + \right.$$

$$+ \frac{5{,}75}{\vartheta_t} e \left[\left(\frac{\vartheta_t + \vartheta_0 + 273}{1\,000} \right)^4 - \right.$$

$$\left. \left. - \left(\frac{273 + \vartheta_0}{1\,000} \right) \right]^4 .10^{-3} \right\} [\mathrm{A^2/mm^3}] \quad (21)$$

$$C = \frac{\pi^2}{4} \frac{\vartheta_t}{\rho_t} .1{,}28 \left(1 + \frac{0{,}85}{1\,000} \vartheta_t \right) [\mathrm{A^2/mm^2}]. \quad (22)$$

În expresiile (21) și (22) ρ_t trebuie exprimat în $\mu\Omega$ cm și ϑ_t în °C. Cu B și C calculate ca în relațiile (21) și (22) ecuația (20) dă curentul minim de topire I_t în A, dacă diametrul firului d e dat în mm.

Se observă că la diametre de fir mare, curentul minim de topire este în esență proporțional cu $d^{3/2}$ obținîndu-se o relație de tipul (1), iar la fire foarte subțiri I_t este proporțional cu d ceea ce duce la o relație de tipul (2). Pentru fire cu diametrul de cîteva zecimi de mm, utilizate curent la siguranțele fuzibile va trebui în general utilizată o relație de tip (20) niciunul dintre cei doi termeni ai acestei ecuații neputînd fi neglijat.

Din relațiile (21) și (22) reiese că la fire din metale cu temperatura de topire ridicată și factor de emisie mare (Cu, Fe, Pt), B va fi mai important decît C, astfel încît pînă la diametre de fir nu prea mici curentul de topire poate fi dat cu o bună aproximație printr-o formulă de tipul (1). La fire din metale cu factor de emisie mic sau temperatură de topire scăzută (Ag, Zn, Pb, Al), radiația nejucînd un rol important, B și C vor fi de același ordin de mărime și nu va putea fi folosită o formulă de tipul (1) nici la fire cu diametrul de ordinul mm, neglijarea termenului în d^2 din relația (20) putînd duce la erori mari în aprecierea curentului minim de topire.

Curentul minim de topire a firelor din Ag și Cu

Cu ajutorul relațiilor generale (20), (21) și (22) se va stabili legătura între curentul minim de topire I_t și diametrul d la fire de Ag și Cu. Rezultatele obținute se vor compara cu cele date de experiențe directe efectuate asupra firelor de Ag și Cu-zincat ale siguranțelor fuzibile [6].

În calculul efectuat s-au folosit datele din tabela 1.

Tabela 1

Metal folosit pentru fire	Rezistivitate electrică la temperatura de topire a metalului (punct solid) ρ_t .$\mu\Omega$ cm	Factor de emisie e	Temperatura de topire a metalului °C	Temperatura ambiantă °C
Ag	7,8	0,0324	961	20
Cu	11,4	0,54	1 084	20

Cu aceste date s-au calculat coeficienții B și C din (21) și (22) și s-au găsit relațiile :

$$I_t^2 = 1\,210\, d^3 + 685 d^2 \text{ — pentru Ag} \quad (23)$$

$$I_t^2 = 3\,030\, d^3 + 555 d^2 \text{ — pentru Cu} \quad (24)$$

Cercetări făcute de Baxter [6] asupra arderii firelor siguranțelor fuzibile au dus la relațiile experimentale *)

$$I_t = 19{,}3d + 25{,}03 d^{1{,}49} \text{ — pentru Ag} \quad (25)$$

$$I_t = 3{,}97 d^{0{,}5} + 55{,}37 d^{1{,}56} \text{ — pentru fire de Cu-zincat} \quad (26)$$

I_t fiind exprimat în A și d în mm. Formulele (25) și (26) au fost stabilite făcînd încercări asupra unor fire cu I_t cu intensitate de curent pînă la 100 A.

Pentru comparație se dau în tabela 2 valorile curentului minim de topire calculate prin formulele teoretice (23) și (24) și cele experimentale (25), (26) pentru diametre care duc la curenți de topire pînă la 100 A.

Se observă o bună concordanță între rezultatele date de formula generală (20) și formula experimentală (25) la firele de Ag. Pentru Cu nu se poate face o comparație directă, deoarece formula experimentală (24) a fost stabilită făcînd încercări asupra unor fire de Cu-zincat în timp ce pentru stabilirea formulei teoretice (24) s-au folosit parametrii cuprului pur. Se observă totuși că cele două curbe — curba

*) În unități originale :

$I_t = 490\, d + 3\,100\, d^{1{,}49}$ — pentru Ag

$I_t = 20\, d_{0{,}5} + 8\,600\, d^{1{,}56}$ — pentru Cu cu I_t în A și d în inch.

Tabela 2

Diametru firului d în mm	Argint			Cupru		
	I dat de formula (25) A	I_t dat de formula teoretică (23) A	Diferența relativă %	I_t dat de formula (26) A	I_t dat de formula teoretică (24) A	Diferența relativă %
0,1	2,75	2,84	+3,2	2,78	2,92	+ 5
0,2	6,14	6,09	−0,8	6,28	6,82	+8,6
0,3	9,95	9,72	−2,3	10,53	11,45	+8,7
0,4	14,08	13,68	−2,8	15,71	16,75	+5,9
0,5	18,56	17,97	−3,2	21,53	22,7	+5,4
0,6	23,28	22,58	−3	28	29,21	+4,3
0,7	28,21	27,40	−2,8	34,97	36,28	+3,8
0,8	33,37	32,50	−2,6	42,59	43,65	+2,5
0,9	38,75	37,80	−2,4	50,66	51,55	+1,8
1,0	44,33	43,40	−2,2	59,24	59,9	+1,2
1,5	74,85	74,95	+0,1	109,3	107,1	−2
2,0	109,40	111,20	+1,6	—	—	—

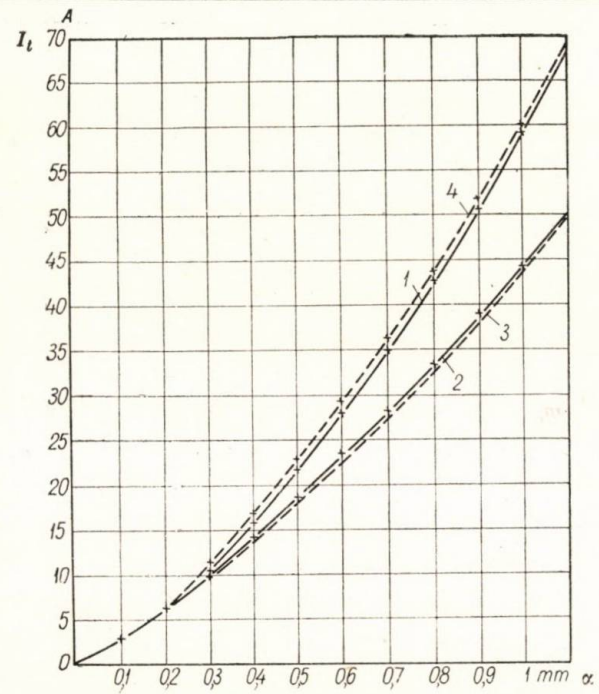


Fig. 2. Curbele teoretice și experimentale de legătură între curentul minim de topire I_t și diametrul firului fuzibil la Ag și Cu :
1 — I_t dat de (26); 2 — I_t dat de (25) — după [26];
3 — I_t dat de (23); 4 — I_t dat de (24) — teoretic.

teoretică pentru fire de Cu și cea experimentală pentru fire de Cu-zincat au-în mare-aceeași alură (fig. 2).

Faptul că formula experimentală pentru fire de Cu-zincat dă valori sistematic mai mici decît formula teoretică pentru fire de Cu, poate fi explicat ca datorîndu-se pe de o parte micșorării factorului de emisie e de pe urma zincării firului de Cu și pe de altă parte creșterii într-o oarecare măsură a rezistivității electrice a firului prin zincare.

Cunoașterea exactă a rezistivității electrice în punctul de topire solid al metalului ρ și a factorului de emisie e necesară pentru calcularea coeficienților B și C din formula (20) prezintă dificultăți, astfel încît pare preferabil ca pentru stabilirea dependenței curentului minim de topire I de diametrul firului fuzibil d — pentru un metal dat — să se facă experiențe cu fire de două diametre diferite determinînd curenții de topire corespunzători. Considerînd relația căutată ca fiind de forma (20) rezultatele acestor experiențe permit determinarea coeficienților B și C și, deci, a curentului minim de topire pentru orice diametru de fir.

Bibliografie

[1] Mihailov V. V.: *Calculul si construcția aparatajului de înaltă tensiune.* Ed. Energetică de Stat, București 1950.

[2] Avramescu A.: *Beitrage zur Erwärmungsberechnung elektrischer Leiter.* Bul. I.R.E. **11** (1944) 3—4, 301—412

[3] Kennely A. E., Wright C. A., Bylevelt van I. S.: *The convection of heat from small copper wires.* Proc. Amer. Inst. electr. Engrs. **28**, (1909) 2 700—729.

[4] Heilman R. A.: *Heat transmission from bare and insulated pipes.* Industr. Engng. Chem. **16** (1924) 5,451—458.

[5] Bosch M. ten: *Die Wärmeübertragung.* Springer Berlin 1936 ed. 3.

[6] Baxter H. W.: *Electric Fuses.* Ed. Edward Arnold. Londra, 1950.

[7] Lucchi I.: *Costanta di inerzia termica di fusibili.* Elettrotecnica **36** (1949) 3 bis, 142—147.

NOTE

Cu privire la expresia cuplului electromagnetic dezvoltat de mașina asincronă

VASILE N. NEDELCU — București*)

CZ 621.3.016.1 :621.313.33.

În diverse lucrări consacrate studiului proceselor tranzitorii în mașina sincronă [1], [2], [3], drept expresie a cuplului asincron dezvoltat de mașina sincronă, echivalentă unei mașini asincrone, se folosește relația (1) dedusă din ecuațiile operaționale ale mașinii sincrone, care diferă de expresia uzuală ce se întîlnește în cursurile de mașini electrice ($r_1 = 0$) :

$$m_a = \frac{u_1^2 \, s \left(T_{22} - T'_{22}\right)}{x_{11}\left(1 + s^2 T'^2_{22}\right)} \qquad (1)$$

în care :

$T_{22} = \frac{x_{22}}{r_2}$ este constanta de timp a înfășurării rotorului, cînd înfășurarea statorului este deschisă și alunecarea este egală cu unitatea ;

$T'_{22} = \frac{x'_{22}}{r_2}$ — constanta de timp tranzitorie a înfășurării rotorice la alunecare unitară ;

x_{11} — reactanța totală a statorului ;

x_{22} — reactanța totală a rotorului ;

x'_{22} — reactanța tranzitorie a rotorului ;

*) Ing. *V. N. Nedelcu* este conferențiar la Institutul Politehnic din București.

x_m — reactanța mutuală dintre înfășurările statorului și rotorului;
x'_m — reactanța mutuală; tranzitorie;
r_2 — rezistența rotorului;
u_1 — tensiunea aplicată la bornele statorului;
s — alunecarea.

Toți parametrii sînt exprimați în unități relative față de mărimile nominale (de bază) ale mașinii considerate.

Ne propunem să demonstrăm corespondența dintre formula (1) și formula (2), care este expresia clasică pentru cuplul electromagnetic dezvoltat de mașina asincronă [4]:

$$m_a = i_2^2 \frac{r_2}{s}. \tag{2}$$

Pentru aceasta vom pleca de la schema electrică echivalentă statică a motorului asincron, reprezentată în fig. 1.

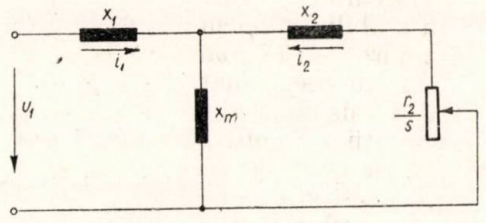


Fig. 1.

Expresia curentului $\dot{i}_2$ în funcție de tensiunea $\dot{u}_1$ și de parametrii schemei electrice echivalente, poate fi dedusă ușor, avînd în vedere cuadripolul din fig. 1:

$$\mathrm{j}x_{11}\dot{i}_1 + \mathrm{j}x_m \dot{i}_2 = u_1 \tag{3}$$

$$\left[\frac{r_2}{s} + \mathrm{j}x_{22}\right] \dot{i}_2 + \mathrm{j}x_m \dot{i}_1 = 0. \tag{4}$$

Dacă se introduce în ecuația (3) expresia lui $\dot{i}_2$, dedusă din ecuația (4), rezultă:

$$\dot{i}_2 = -\frac{\mathrm{j}x_m \dot{i}_1}{\left[\frac{r_2}{s} + \mathrm{j}x_{22}\right]} = -\frac{\mathrm{j}s x_m \dot{i}_1}{r_2 + \mathrm{j}s x_m} \tag{5}$$

atunci se găsește pentru $\dot{i}_1$ următoarea expresie:

$$\dot{i}_1 = \frac{\dot{u}_1}{\mathrm{j}\left[x_{11} - \frac{\mathrm{j}x_m^2}{\frac{r_2}{s} + \mathrm{j}x_{22}}\right]} = \frac{\dot{u}_1}{\mathrm{j}x_{11}\left[1 - \frac{\mathrm{j}x_m^2/x_{11}}{\frac{r_2}{s} + \mathrm{j}x_{22}}\right]} =$$

$$= \frac{u_1}{\mathrm{j}x_{11}\left[\frac{\frac{r_2}{s} + \mathrm{j}\left[x_{22} - \frac{x_m^2}{x_{11}}\right]}{\frac{r^2}{s} + \mathrm{j}x_{22}}\right]} = \frac{u_1}{\mathrm{j}x_{11}\frac{r_2 + \mathrm{j}s x'_{22}}{r_2 + \mathrm{j}s x_{22}}}. \tag{6}$$

Introducînd pe (6) în (5) se obține:

$$\dot{i}_2 = \frac{s x_m \dot{u}_1}{x_{11}\left[r_2 + \mathrm{j}s'_{22}\right]}. \tag{7}$$

Modulul lui $\dot{i}_2$ va fi dat de relația:

$$\dot{i}_2 = \frac{s x_m u_1}{x_{11}\sqrt{r_2^2 + s^2 x'^2_{22}}} \tag{8}$$

Avînd în vedere relația (8) și relația (2) se poate scrie

$$m_a = \frac{x_m^2}{x_{11}} \frac{s u_1^2}{x_{11} r_2 \left[1 + s^2 T'^2_{22}\right]} \tag{9}$$

sau, dacă se ia în considerație expresia lui x'_{22}:

$$x'_{22} = x_{22} - \frac{x_m^2}{x_{11}} \tag{10}$$

soluția (9) se retranscrie:

$$m_a = \frac{s u_1^2 \left(x_{22} - x'_{22}\right)}{x_{11} r_2 \left(1 + s^2 T'^2_{22}\right)} = \frac{s u_1^2 \left(T_{22} - T'_{22}\right)}{x_{11}\left(1 + s^2 T'^2_{22}\right)}. \tag{11}$$

Dacă motorul funcționează la tensiune nominală, atunci $u_1 = 1$ și expresia (11) devine:

$$m_a = \frac{s\left(T_{22} - T'_{22}\right)}{x_{11}\left(1 + s^2 T'^2_{22}\right)}. \tag{12}$$

Din ultimele relații rezultă că formulele (1) și (2) sînt identice.

Uneori expresia (12) se întîlnește și într-o altă variantă, care poate fi ușor găsită, avînd în vedere următoarele transformări matematice:

$$m_a = \frac{s T'_{22}\left(1 - \frac{T'_{22}}{T_{22}}\right)}{x_{11} T'^2_{22}\left(\alpha'^2_{22} + s^2\right)} = \frac{x_{11} - x'_{11}}{x_{11} x'_{11}} \frac{s \alpha'_{22}}{\alpha'^2_{22} + s^2} \tag{13}$$

deoarece:

$$T'_{22} = \frac{x'_{11}}{x_{11}} T_{22}; \qquad \alpha'_{22} = \frac{1}{T'_{22}}.$$

Valoarea maximă a cuplului m poate fi găsită ușor, introducînd în (13) alunecarea critică care rezultă ca rădăcină a ecuației $\frac{dm_a}{ds} = 0$; Se obține:

$$s_k = \alpha'_{22} \tag{14}$$

și

$$m_{a\,max} = \frac{1}{2} \frac{x_{11} - x'_{11}}{x_{11} x'_{11}}. \tag{15}$$

Se observă că formula (15) este deosebit de simplă și sugestivă și justifică folosirea formulei (1) și în studiul mașinii asincrone.

Bibliografie

[1] Kazovskii E. I.: *Electromagnitnîi vrașciaiuscii moment sinhronnoi mașinî pri nabrose nagruzki.* Electrosila (1948) 5,33—48.

[2] Kostenko M. P.: *Electriceskie mașinî* (spețciast). Gosenergoizdat (1949) 533—550.

[3] Laible T.: *Teoria sinhronnoi mașinî pri perehodnih prțesah.* Gosenergoizdat (1957) 99—124.

[4] Sergheev P. S.: *Electriceskie mașinî.* Gosenergoizdat (1955) 94—97.

Vocabularul Electrotehnic Internaţional ed. II-a grupa 05—Definiţii fundamentale

CZ 621.3 : 413.164.00

Publicăm traducerea în limba romînă a definiţiilor termenilor grupei 05 — Definiţii fundamentale — a Vocabularului Electrotehnic Internaţional editat de Biroul Central al Comisiei Electrotehnice Internaţionale (C.E.I.) cu sediul la Geneva (Elveţia), sub patronajul şi cu ajutorul financiar al UNESCO.

Fascicula corespunzătoare Grupei 05, făcînd parte din ediţia a doua a Vocabularului aparută în 1956, cuprinde definiţiile în două limbi (franceză şi engleză) însoţite de traducerile termenilor în alte cinci limbi (germană, spaniolă, italiană, poloneză şi suedeză). Ţinînd seama de faptul ca redactarea acestei părţi a Vocabularului a fost făcută de Comitetul Electrotehnic Francez (care a redactat o primă versiune — difuzată celorlalte Comitete naţionale, pentru a fi analizata — şi apoi versiunea definitivă, după discuţii care au luat în considerare obiecţiile prezentate de reprezentanţii diferitelor ţări) traducerea în limba noastră a fost făcută în principal după textul francez, însă în confruntare permanentă cu textul englez. În cazurile în care cele două texte prezentau mici diferenţe neesenţiale, s-a folosit uneori, totuşi, textul englez, dacă cuprindea o formulare mai precisă. În cîteva cazuri (de ex. termenul 05—30—130) în care textele francez şi englez diferă substanţial unul de altul ceea ce constituie probabil o scăpare a autorilor vocabularului, s-a dat traducerea ambelor texte. Pentru informare, alături de termenul romîn se dau, în paranteză, termenii francez, englez, german şi italian (în această ordine).

Termenii corespunzători în limba rusă, care nu au fost incluşi în Vocabular, sînt indicaţi în anexa care urmează traducerii şi au fost preluaţi din documentele oficiale corespunzătoare.

Problema unificării terminologiei şi precizării conceptelor pe care o asigură definirea sistematică a termenilor, prezintă o importanţă deosebită, practică şi teoretică. Publicarea traducerii se face pentru a o pune la dispoziţia cercurilor largi de specialişti în domeniul electrotehnicii de la care redacţia aşteaptă sugestii şi observaţii critice referitoare la următoarele probleme :

1. Termenii romîneşti propuşi în traducere.
2. Modul de sistematizare a conceptelor, utilizat în vocabular.
3. Definiţiile cuprinse în vocabular.

În perspectiva pe care a creat-o în cercurile tehnice, activitatea desfăşurată la noi pentru elaborarea lucrărilor de informaţie enciclopedică în domeniul tehnicii, unele definiţii cuprinse în vocabular au nevoie de precizări sau de o formulare mai strînsă. De aceea publicăm traducerea însoţită de observaţiile critice făcute de un colectiv sub conducerea profesorului R. Răduleţ, care e prins de un deceniu în această muncă, pentru a pune de pe acum la dispoziţia cercurilor noastre tehnice un început de observaţii şi sugestii în legătură cu termenii din Vocabular.

SECŢIUNEA 01 — NOŢIUNI GEOMETRICE

05—01—005 Mărime scalară, scalar

Grandeur scalaire ; Scalar quantity ; Skalare Grösse, Skalar ; Grandezza scalare

Mărime complet caracterizată de o singură valoare numerică, prin care e asociată unei unităţi de măsură.

05—01—010 Mărime vectorială, vector

Grandeur vectorielle ; Vector quantity ; Vektorielle Grösse, Vektor ; Grandezza vettoriale, Vettore

Mărime care pe lîngă valoarea sa numerică are şi o orientare [1].

05—01—015 Mărime pseudoscalară, pseudoscalar

Grandeur pseudoscalaire; Pseudoscalar quantity; Pseudoskalare Grösse, Pseudoskalar; Grandezza pseudoscalare

Mărime caracterizată de o singură valoare scalară prin care e asociată unei unităţi de măsură (ca în cazul mărimilor scalare) dar al cărui semn depinde de orientarea axelor. Exprimarea sa adecvată se face cu ajutorul unui tensor antisimetric, de ordinul al II-lea (plan) sau de ordinul al treilea (spaţiu tridimensional) Exemple :
1) într-un plan — viteza unghiulară
2) în spaţiu — sarcinile magnetice fictive din teoria lui Coulomb.

05—01—020 Vector polar (în plan sau în spaţiu)

Vecteur polaire; Polar vector; Polarer Vektor; Vettore polare

Vector reprezentînd un fenomen fizic dirijat, care mai prezintă şi o simetrie în raport cu axa vectorului (în plan) sau în raport cu orice plan trecînd prin axă (în spaţiu)

Exemple: vectorii reprezentînd o deplasare, o viteză liniară, o forţă etc.

05—01—025 Vector axial (în spaţiul cu trei dimensiuni)

Vecteur axial; Axial vector; Axialer Vektor; Vettore assiale

Vector reprezentînd un fenomen fizic dirijat, dar admiţînd o simetrie faţă de un plan normal pe direcţia sa. Atribuirea unui sens vectorului pe axa sa nu poate rezulta decît printr-o convenţie complementară (de ex.: observatorul lui Ampère, tirbuşonul lui Maxwell etc.)

Exemple : vectorii reprezentînd o rotaţie în spaţiu [2]; momentul unei forţe în mecanică etc.

05—01—030 Produs scalar

Produit scalaire; Scalar product, Dot product; Skalares Produkt, inneres Produkt; Prodotto scalare

Produsul modulelor a doi vectori prin cosinusul unghiului dintre ei.

05—01—035 Produs vectorial

Produit vectoriel; Vector product, cross product; Vektorielles Produkt, Vektor produkt, äusseres Produkt; Prodotto vettoriale

Vector perpendicular pe doi vectori daţi, avînd ca modul produsul modulelor lor prin sinusul unghiului format de direcţiile lor şi ca sens, sensul în care trebuie să se privească pentru a vedea primul vector rotindu-se în sensul acelor unui ceasornic cu un unghi mai mic de 180°, pentru a ajunge să se suprapună cu al doilea.

05—01—040 Cîmp

Champ; Field; 1-Feld(raum), 2-Feldgrösse; Campo

1) Sens calitativ: regiunea din spaţiu în care se manifestă anumite fenomene.

2) Sens cantitativ: mărime (scalară sau vectorială) a cărui cunoaştere permite să se evalueze efectele cîmpului.

Nota. Se poate întîmpla ca în acelaşi text, cuvîntul „cîmp" să fie luat succesiv în ambele sensuri [3].

05—01—045 Cîmp vectorial

Champ vectoriel; Vector field; Vektorfeld; Campo vettoriale

Cîmp a cărui stare în fiecare punct e caracterizată printr-un vector.

05—01—050 Cîmp uniform

Champ uniforme; Uniform field; Gleichförmiges Feld, homogenes Feld; Campo uniforme

Cîmp a cărui intensitate şi orientare sînt aceleaşi în toate punctele spaţiului considerat. [4].

05—01—055 Cîmp alternativ

Champ alternatif; Alternating field; Wechselfeld; Campo alternativo

Cîmp de direcție constantă a cărui intensitate e o mărime alternativă. [4].

05—01—060 Cîmp învîrtitor

Champ tournant; Rotating field; Drehfeld; Campo rotante

Cîmp invariabil în raport cu un anume sistem de referință învîrtitor.

05—01—065 Flux al unui vector

Flux d'un vecteur; Flux of a vector; Fluss eines Vektors; Flusso d'un vettore

Integrala produsului fiecărui element al unei suprafețe pe care se pot distinge o față pozitivă și o față negativă (numită suprafață orientabilă) prin componenta vectorului după normala pozitivă la acel element.

05—01—070 Flux conservativ

Flux conservatif; Conservative flux; Quellenfreier Fluss; Flusso conservativo

Fluxul unui vector e numit conservativ dacă are aceeași valoare pentru toate suprafețele orientabile limitate la același contur.

05—01—075 Flux printr-o spiră, flux fascicular

Flux à travers une spire; Flux linking a turn; Windungsfluss; Flusso attraverso una spira

Fluxul printr-o suprafață orientabilă oarecare avînd drept contur o spiră. Se aplică, natural, numai fluxurilor conservative.

05—01—080 Flux printr-o bobină

Flux à travers une bobine; Flux linking a coil; Spulenfluss ; Flusso attraverso una bobina

Suma fluxurilor prin spirele care formează bobina.

05—01—085 Linie de cîmp, linie de forță

Ligne de champ, ligne de force; Line of force; Feldlinie, Kraftlinie; Linea di flusso, linea di forza

Linie tangentă în toate punctele sale la direcția vectorului corespunzător.

05—01—090 Tub de flux, tub de forță

Tube de champ, Tube de force; Tube of force; Feldröhre, Kraftröhre; Tubo di flusso, Tubo di forza

Porțiunea spațiului limitată de ansamblul liniilor de cîmp (de forță) care se sprijină pe un contur dat.

05—01—095 Tub unitate

Tube unité; Unit tube; Einheitsröhre; Tubo unità

Tub străbătut de un flux egal cu unitatea.

05—01—100 Cîmp solenoidal

Champ solénoïdal; Solenoidal field; Quellenfreies feld; Campo solenoidale

Cîmp a cărui divergență e nulă; rezultă că fluxul vectorului unui astfel de cîmp e același de-a lungul secțiunilor unui același tub de cîmp.

05—01—105 Divergență

Divergence; Divergence; Divergenz; Divergenza

Mărime scalară egală cu limita cîtului fluxului ieșind dintr-o suprafață închisă prin volumul limitat de acea suprafață, cînd dimensiunile ei tind către zero.

05—01—110 Integrală de linie (a unui vector)

Intégrale de ligne (d'un vecteur); Line integral (of a vector); Linienintegral; Integrale di linea (di un vettore)

Integrala produsului fiecărui element de linie, pe care a fost fixat un sens pozitiv de parcurs, prin componenta tangențială a vectorului.

05—01—115 Circulație, integrală de contur (a unui vector)

Circulation (d'un vecteur); Circulation (of a vector); Umlaufintegral, Randintegral ; Circuitazione (di un vettore)

Integrala de linie a unui vector în lungul unei curbe închise.

05—01—120 Rotor (a unui vector)

Rotationnel (d'un vecteur); Rotation, curl (of a vector); Rotation, Wirbel(dichte); Rotazionale (di un vettore)

Vector al cărui flux prin orice suprafață de dimensiuni infinit mici e egal cu circulația vectorului dat în lungul conturului suprafeței.

05—01—125 Cîmp irotațional, cîmp potențial

Champ irrotationnel; Irrotational field; Wirbelfreies Feld; Campo irrotazionale

Cîmp vectorial în care rotorul vectorului e peste tot nul.

05—01—130 Cîmp rotațional

Champ rotationnel, champ tourbillonnaire; Curlfield; Wirbelfeld; Campo rotazionale, campo vorticale

Cîmp vectorial în care rotorul nu este peste tot nul.

05—01—135 Potențial (într-un cîmp irotațional)

Potentiel (dans un champ irrotationnel), Fonction potentielle; Potential (in an irrotational field), Potential function; Potential; Potenziale

Mărime scalară sau pseudoscalară al cărui gradient cu semn schimbat e egal cu vectorul dat.

05—01—140 Potențial vector (al unui vector solenoidal)

Potentiel vecteur d'un vecteur solénoïdal; Vector potential of a solenoidal vector; Vektorpotential; Potenziale vettore di un vettore solenoidale

Vector al cărui rotor e egal cu vectorul dat.

05—01—145 Linie, suprafață, volum echipotențial

Ligne, surface, volume équipotentiel; Equipotential line, surface or volume; Äquipotentiallinie, — fläche, — raum; Linea, superficie, volume equipotenziale

Linie, suprafață sau volum ale cărei puncte au toate același potențial.

05—01—150 Gradient de potențial

Gradient de potentiel; Potential gradient; (Potential)-Gradient; Gradiente di potenziale

Vector a cărui direcție e normală la suprafața echipotențială în sensul potențialelor crescătoare și a cărui mărime e derivata potențialului după această direcție.

SECȚIUNEA 02 — NOȚIUNI INTERVENIND ÎN FENOMENE PERIODICE

05—02—005 Mărime periodică

Grandeur périodique; Periodic quantity; Periodische Grösse; Grandezza periodica

Mărime care se reproduce identic la intervale egale ale variabilei independente (timp, spațiu etc.).

05—02—010 Mărime pulsatorie, mărime ondulată

Grandeur ondulée, grandeur pulsatoire; Pulsating quantity; Pulsierende Grösse; Grandezza ondulata, grandezza pulsante

Mărime periodică a cărui valoare medie nu e nulă.

05—02—015 Mărime oscilantă

Grandeur oscillante; Oscillating quantity; Schwingende Grösse, Schwinggrösse; Grandezza oscillante

Mărime alternativ crescătoare și descrescătoare.

05—02—020 Mărime alternativă

Grandeur alternative; Alternating quantity; Wechselgrösse; Grandezza alternativa (alternata)

Mărime periodică a cărei valoare medie pe o perioadă e nulă.

05—02—025 Mărime alternativă simetrică

Grandeur alternative symétrique; Symmetrical alternating quantity; Symmetrische Wechselgrösse; Grandezza alternativa simmetrica

Mărime alternativă ale cărei valori se reproduc după o semiperioadă, dar cu semn schimbat.

05—02—030 Mărime sinusoidală, mărime armonică

Grandeur sinusoïdale; Sinusoidal quantity; Sinusförmige Wechselgrösse (Sinusgrösse); Grandezza sinusoidale
Mărime care variază după o funcțiune sinusoidală de variabila independentă.

05—02—035 Mărime sinusoidală amortizată

Grandeur sinusoïdale amortie; Damped sinusoidal quantity; Gedämpfte Sinusgrösse; Grandezza sinusoidale smorzata
Mărime care variază ca produsul unei funcțiuni sinusoidale printr-o funcțiune de valoare absolută descrescătoare de variabila independentă.

05—02—040 Perioadă

Période; Period; Periodendauer, Schwingungsdauer; Periodo
Intervalul minim al variabilei independente după care se reproduc aceleași caracteristici ale unui fenomen periodic.

05—02—045 Alternanță

Alternance; Alternation; Halbperiodendauer; Alternanza
Semiperioada unui fenomen alternativ. [5].

05—02—050 Ciclu

Cycle; Cycle; Periode, einzelne Schwingung; Ciclo
Ansamblul stărilor sau valorilor prin care trece un fenomen sau o funcție periodică înainte de a se reproduce identic.

05—02—055 Frecvență

Fréquence; Frequency; Frequenz; Frequenza
Inversul perioadei [6].

05—02—060 Bandă de frecvențe

Bande de fréquences; Frequency band; Frequenzband; Banda di frequenza
Ansamblul frecvențelor cuprinse între două limite.

05—02—065 Pulsație

Pulsation; Angular frequency; Kreisfrequenz; Pulsazione
Produsul frecvenței unui fenomen sinusoidal prin factorul 2π.

05—02—070 Armonică

Harmonique; Harmonics; (Harmonische) Oberschwingungen; Armonica
Mărime sinusoidală a cărei frecvență e multiplul întreg al unei frecvențe zise fundamentală.

05—02—075 Componentă armonică

Composante harmonique; Harmonic components; (Harmonische) Teilschwingungen, Harmonische; Componente armonica
Termen al dezvoltării unei funcțiuni periodice în serie Fourier.

05—02—080 Valoare instantanee

Valeur instantanée; Instantaneous value; Augenblickswert; Valore instantaneo
Valoarea unei mărimi variabile în momentul considerat.

05—02—085 Valoare medie a unei mărimi periodice

Valeur moyenne d'une grandeur périodique; Mean value of a periodic quantity; (Linearer) Mittelwert, Gleichwert; Valore medio di una grandezza periodica
Valoarea medie a mărimii pe durata unei perioade.

05—02—090 Valoare efectivă a unei mărimi periodice

Valeur efficace d'une grandeur périodique; R. M. S. (effective) value of a periodic quantity; Effectivwert; Valore efficace di una grandezza periodica
Rădăcina patrată a mediei patratelor valorilor pe care le ia mărimea în timpul unei perioade. Cînd se vorbește de tensiune alternativă sau de curent alternativ se consideră totdeauna, prin aceasta, valoarea efectivă corespunzătoare, afară de o indicație contrarie.

05—02—095 Valoare de vîrf

Valeur de crête; Peak value; Höchstwert, Gipfelwert; Valore di cresta
Maximul valorilor pe care le ia o mărime într-un anumit interval.

05—02—100 Amplitudine totală de oscilație

Amplitude totale d'oscillation; Total amplitude of oscillation of a periodic quantity; Schwingungsbreite; Ampiezza totale di oscilazione (Oscillazione)
Diferența între maximul și minimul mărimii în timpul unei perioade. În cazul oscilațiilor sinusoidale se folosește și expresia „dublă amplitudine".

05—02—105 Amplitudine a unei mărimi alternative simetrice

Amplitude d'une grandeur alternative symétrique; Amplitude of a symmetrical alternating quantity; Scheitelwert; Ampiezza di una grandezza alternata simmetrica.
Valoare maximă atinsă în timpul unei perioade, sau — ceea ce e tot una — jumătatea amplitudinii totale a oscilației.

05—02—110 Factor de formă al unei mărimi alternative simetrice

Facteur de forme d'une grandeur alternative symétrique; Form factor of a symmetrical alternating quantity; Formfaktor; Coefficiente (fattore) di forma di una grandezza alternata simmetrica
Raportul dintre valoarea efectivă și valoarea medie în timpul unei semi-perioade pornind de la zero. Prezintă interes numai pentru mărimile care au cîte un singur zero pentru fiecare semi-perioadă.

05—02—115 Reziduu deformant

Résidu; Harmonic content; (Anteil an) Oberschwingungen; Residuo armonico
Funcțiunea obținută scăzînd unda fundamentală dintr-o funcție periodică nesinusoidală.

05—02—120 Coeficient de distorsiuni

Résidu relatif, Facteur de distorsion; Relative harmonic content, Distortion factor; Oberschwingungsgehalt, Klirrfaktor; Residuo relativo, coefficiente di distorsione
Raportul dintre valoarea efectivă a reziduului și valoarea efectivă a mărimii nesinusoidale.

05—02—125 Fază a unei mărimi sinusoidale

Phase d'une grandeur sinusoïdale; Phase of a sinusoidal quantity; Phase(nwinkel); Fase di una grandezza sinusoidale
Unghi variabil figurînd sub semnul sinus sau cosinus al expresiei mărimii.

05—02—130 Defazaj (între două mărimi sinusoidale)

Déphasage; Phase displacement; Phasenverschiebung; Differenza di fase
Diferența fazelor acestor mărimi la un moment dat.

05—02—135 Avans [întîrziere] (al unei mărimi sinusoidale față de alta de aceeași frecvență)

Avance [retard]; Lead [lag]; Voreilung [Nacheilung]; Anticipo [ritardo] di fase
Unghiul cu care o mărime sinusoidală precedă [urmează] unei mărimi sinusoidale de aceeași frecvență.

05—02—140 În cuadratură [7]

En quadrature; In quadrature; Um $\pi/2$ (oder 90°) phasenverschoben); In quadratura
Se spune despre două mărimi sinusoidale de aceeași frecvență, cînd există între ele o diferență de fază corespunzînd unui sfert de perioadă.

05—02—145 În opoziție

En opposition; In opposition; In Gegenphase; In opposizione (di fase)
Se spune de două mărimi sinusoidale de aceeași frecvență, cînd există între ele o diferență de fază de o semi-perioadă [8].

05—02—150 Sincronism

Synchronisme; Synchronism; Synchronismus; Sincronismo
Identitatea frecvențelor între două fenomene sinusoidale.

05—02—155 Decalaj unghiular

Ecart angulaire; Angular displacement; (Winkel-)Verschiebung; Spostamento angolare
Unghiul format de părțile omologe a două sisteme care se rotesc în sincronism.

05—02—160 Sincronizare

Synchronisation; Synchronization; Synchronisieren; Sincronizzazione
Procedeu prin care tensiunile electromotoare a două mașini sincrone necuplate mecanic sînt aduse în sincronism și în fază [9].

05—02—165 Oscilație liberă

Oscillation libre; Free oscillation; Freie Schwingung; Oscillazione libera
Oscilație a unui sistem independentă de orice intervenție exterioară.

05—02—170 Oscilație forțată

Oscillation forcée; Forced oscillation; Erzwungene Schwingung; Oscillazione forzata
Oscilație a cărui frecvență e impusă de un sistem generator. [10].

05—02—175 Rezonanță

Résonance; Resonance; Resonanz; Risonanza
Fenomen prezentat de un sistem oscilant în care perioada oscilațiilor libere e aceeași cu aceea a oscilațiilor forțate. [11].

05—02—180 Fenomen aperiodic

Phénomène apériodique; Aperiodic phenomenon; Aperiodischer Vorgang; Fenomeno aperiodico
Fenomen tinzînd către regimul stabil fără oscilații.

05—02—185 Circuit aperiodic

Circuit apériodique; Aperiodic circuit; Aperiodischer (Strom-) Kreis; Circuito aperiodico
Circuit în care nu se pot produce oscilații libere.

SECȚIUNEA 03 — NOȚIUNI INTERVENIND ÎN STUDIUL UNDELOR

05—03—005 Undă

Onde; Wave; Welle; Onda
Modificare a stării fizice a unui mediu care se propagă în urma unei perturbații locale.

05—03—010 Undă plană

Onde plane; Plane wave; Ebene Welle; Onda piana
O undă astfel că mărimile fizice corespunzătoare sînt uniforme în orice plan perpendicular pe o direcție fixă.

05—03—015 Undă progresivă

Onde progressive; Progressive wave; Fortschreitende Welle; Onda progressiva
Undă care se propagă liber într-un mediu.

05—03—020 Undă sinusoidală plană

Onde sinusoïdale plane; Plane sinusoidal wave; Ebene Sinuswelle; Onda sinusoidale piana
Undă progresivă plană astfel că mărimile fizice corespunzătoare variază sinusoidal în timp.

05—03—025 Undă electromagnetică

Onde électromagnétique; Electromagnetic wave: Elektromagnetische Welle; Onda elettromagnetica
Undă care pune în joc fenomene electromagnetice. [12].

05—03—030 Lungime de undă

Longueur d'onde; Wave-length; Wellenlänge; Lunghezza d'onda
Distanță, în direcția de propagare a unei unde periodice, între două puncte succesive în care oscilația are aceeași fază.

05—03—035 Viteză de fază a unei unde

Vitesse de phase d'une onde; Phase velocity; Phasengeschwindigkeit; Velocità di fase di un'onda
Viteza unui observator care se deplasează normal pe planul undei astfel încît caracteristicile undei să-i apară cu faza constantă. Viteza de fază e cîtul lungimii de undă prin durata unei perioade.

05—03—040 Viteză de propagare a unei unde

Vitesse de propagation d'une onde; Velocity (of wave); Signalgeschwindigkeit; Velocità di propagazione di un' onda
Cîtul distanței la care unda se propagă într-un timp elementar prin acest interval de timp. [13].

05—03—045 Mediu dispersiv

Milieu dispersif; Dispersive medium; Dispergierendes Medium; Mezzo dispersivo
Mediu în care viteza de fază e funcțiune de frecvență.

05—03—050 Bătăie

Battement; Beat; Schwebung; Battimento
Variația periodică a amplitudinii unei oscilații rezultînd din suprapunerea a două oscilații de frecvență puțin diferite.

05—03—055 Viteză de grup

Vitesse de groupe; Group velocity; Gruppengeschwindigkeit; Velocità di gruppo
Viteza de deplasare a bătăilor rezultate prin suprapunerea a două sau mai multe unde plane sinusoidale de frecvențe puțin diferite, propagîndu-se liber în aceeași direcție. Viteza de grup astfel definită e egală cu derivata frecvenței în raport cu inversul lungimii de undă.

05—03—060 Viteză de transmisiune a energiei

Vitesse de transport de l'énergie; Velocity of energy transmission; Geschwindigkeit der Energie fortpflanzung; Velocità di transporto dell'energia
Cîtul dintre fluxul de energie prin unitatea de arie și densitatea de energie. [14].

05—03—065 Undă staționară

Onde stationnaire; Standing wave; Stehende Welle; Onda stazionaria
Stare vibratorie în care fenomenele de oscilații în toate punctele sînt redate de aceeași funcțiune de timp pînă la un factor numeric variabil de la un punct la altul. [15].

Nota: În expresiunea consacrată „undă staționară" termenul undă nu trebuie considerat izolat.

05—03—070 Undă longitudinală [undă transversală]

Onde longitudinale [Onde transversale]; Longitudinal wave [Transverse wave]; Longitudinale Welle [transversale Welle]; Onda longitudinale [Onda transversale]

Undă caracterizată printr-un vector paralel [ortogonal] la direcția de propagare.

05—03—075 Frontul undei

Front de l'onde; Wave front; Wellenstirn, Wellenfront; Fronte d'onda

Porțiunea anterioară a undei considerată din partea către care are loc propagarea. [16].

05—03—080 Tren de unde

Train d'ondes; Wave-train, Train of waves; Wellenzug; Treno d'onde

Grup de unde succesive.

05—03—085 Vectorul lui Poynting

Vecteur de Poynting; Poynting vector; Poyntingscher Vektor (Energiestromdichte); Vettore di Poynting)

Vector al cărui flux printr-o suprafață oarecare reprezintă puterea electromagnetică instantanee transmisă prin acea suprafață. [17].

05—03—090 Densitate de energie electromagnetică totală

Densité d'énergie électromagnétique totale; Density of the total electromagnetic energy; Räumliche Energiedichte; Densità d'energia elettromagnetica totale

Cîtul energiei electromagnetice prin volum.

05—03—095 Radiație

Radiation; Radiation; Strahlung; Radiazione

Emisiune de energie sau de particule de materie. [18].

05—03—100 Radiație polarizată

Radiation polarisée; Polarized radiation; Polarisierte Strahlung; Radiazione polarizzata

Radiație ale cărei condiții prezintă anumite disimetrii în raport cu axa de propagare. Ex.: polarizație liniară, eliptică, circulară etc.

05—03—105 Polarizarea unui mediu

Polarisation d'un milieu; Polarization of a medium; Polarisation eines Mediums; Polarizzazione di un mezzo

Modificarea condițiilor fizice ale mediului prin care anumite fenomene afectînd acest mediu iau un caracter vectorial.

05—03—110 Dipol electric [magnetic]

Doublet électrique [magnétique], Dipôle électrique [magnetique]; Electric [magnetic] doublet, Electric [magnetic] dipole; Elektrischer [magnetischer] Dipol; Dipolo elettrico [magnetico]

Ansamblul a două cantități punctuale de electricitate [de magnetism] egale și de semne contrarii infinit apropiate. Se întrebuințează cîteodată pentru a indica un ansamblu de doi poli situați la distanță foarte mică. (În franceză se recomandă evitarea termenului dipol). [19].

05—03—115 Moment dipolar

Moment d'un doublet; Moment of a dipole; Dipolmoment; Momento di dipolo

Produsul uneia dintre cantitățile de electricitate, sau de magnetism, prin vectorul dirijat de la cealaltă cantitate de electricitate, sau de magnetism, la prima.

05—03—120 Atenuare

Affaiblissement; Attenuation; Räumliche Dämpfung; Attenuazione

Diminuarea progresivă în spațiu a unor anumite mărimi caracteristice unui fenomen de propagare.

05—03—125 Amortizare

Amortissement; Damping; Zeitliche Dämpfung; Smorzamento

Diminuarea progresivă în timp a unor anumite mărimi caracteristice unui fenomen.

05—03—130 Amortizare critică

Amortissement critique; Critical damping; Kritische Dämpfung; Smorzamento critico

Amortizare care corespunde condiției limită între regimul oscilator și regimul aperiodic.

05—03—135 Decrement logaritmic

Décrément logarithmique; Logarithmic decrement; Logarithmisches Dekrement; Decremento logaritmico

Logaritmul neperian al raportului între amplitudinile unor oscilații succesive de același semn.

05—03—140 Coeficient de amortizare

Coefficient d'amortissement; Damping coefficient; Dämpfungsfaktor (Ablingkonstante); Coefficiente di smorzamento

Cîtul decrementului logaritmic prin intervalul de timp între două maxime succesive de același semn.

05—03—145 Constantă de timp a unei mărimi exponențiale

Constante de temps d'une grandeur exponentielle; Time constant of an exponential quantity; Zeitkonstante; Constante di tempo di una grandezza esponenziale

Timpul după care mărimea ar atinge valoarea sa limită dacă și-ar păstra viteza inițială de variație.

05—03—150 Constantă de propagare

Constante de propagation; Propagation constant; Fortpflanzungskonstante, Leitungsbelag, Ausbreitungsmass; Constante di propagazione

Constantă complexă caracterizînd atenuarea și defazajul pe unitatea de lungime, a curenților și a tensiunilor care se propagă pe o linie uniformă presupusă infinit lungă. [20].

05—03—155 Distorsiune

Distorsion; Distortion; Verzerrung; Distorsione

Deformarea unei unde sau a unui fenomen periodic în cursul transmisiunii.

SECȚIUNEA 04 — TERMENI GENERALI DE MECANICĂ

05—04—005 Forță

Force (mécanique); Mechanical force; (Mechanische) Kraft; Forza (meccanica)

Orice cauză fizică capabilă să modifice condițiile de mișcare și de repaus ale unui corp sau să producă o deformare. [21].

05—04—010 Masă

Masse matérielle; Material mass; Masse; Massa materiale

Cîtul impulsului prin viteză.

05—04—015 Energie

Energie; Energy; Energie; Energia

Entitate fizică care poate afecta un sistem în diferite forme, transformabile una în alta, ale cărei exemple cele mai importante sînt energia mecanică, electromagnetică, chimică, termică, radiantă.

Energia se numește potențială cînd nu depinde decît de configurația și de starea fizică și chimică a sistemului.

Energia se numește cinetică cînd nu depinde decît de mișcarea diferitelor lui părți (inclusiv a electronilor). [22].

05—04—020 Lucru mecanic

Travail; Work; Arbeit; Lavoro

Entitate fizică care e măsurată de integrala de linie a forței în lungul drumului parcurs de punctul de aplicație al acestei forțe. [23].

05—04—025 Putere 1) medie 2) instantanee

Puissance (1) *moyenne* (2) *instantanée; Power* (1) *mean* (2) *instantaneous; Leistung* (1) *mittlere,* (2) *Augenblicksleistung; Potenza*

1) Cîtul unui lucru mecanic (sau al unei energii) prin timpul în care acest lucru mecanic (sau această energie) a fost produs sau absorbit. În fenomenele periodice se consideră în general puterea medie în cuprinsul unei perioade.

2) Limita puterii medii cînd intervalul de timp considerat devine infinit mic.

05—04—030 Randament

Rendement; Efficiency; Wirkungsgrad; Rendimento

Raportul între valorile mărimilor utile restituite de un sistem și acelea de aceeași natură furnizate aceluiași sistem (energie, putere, cantitate de electricitate etc.). [24].

05—04—035 Pierderi

Pertes; Losses; Verluste; Perdite

Diferența dintre valorile mărimilor furnizate unui sistem și acelea de aceeași natură restituite de același sistem (energie, putere, cantitate de electricitate etc.).

SECȚIUNEA 10 — CONSTITUȚIA MATERIEI

05—10—005 Atom

Atome; Atom; Atom; Atomo

Partea cea mai mică a unui corp simplu, în stare electrică neutră, susceptibilă de a intra în combinații chimice.

05—10—010 Atom-gram

Atome-gramme; Gramme-atom; Grammatom; Grammo-atomo

Masa unui corp simplu a cărui valoare în grame e exprimată de același număr ca și masa atomică.

05—10—015 Masă atomică, greutate atomică

Masse atomique, Poids atomique; Atomic mass, Atomic weight; Atomgewicht; Massa atomica, Peso atomico

Raportul masei unui atom către 1/16 din masa unui atom de oxigen.

05—10—020 Moleculă

Molécule; Molecule; Molekül; Molecola

Limita extremă de divizibilitate a unei substanțe pure.

05—10—025 Moleculă-gram, mol

Molécule-gramme; Gramme molecule; Mol, Grammolekül, Grammo-molecola

Masa unei substanțe pure a cărei valoare în grame e exprimată prin același număr ca și masa moleculară.

05—10—030 Masă moleculară, greutate moleculară

Masse moléculaire, Poids moléculaire; Molecular mass, Molecular weight; Molekulargewicht; Massa molecolare, Peso molecolare

Raportul masei unei molecule către 1/16 din masa atomului de oxigen.

05—10—035 Valență

Valence; Valency; Wertigkeit, Valenz; Valenza

Numărul de atomi de hidrogen sau de alte substanțe echivalente pe care un atom sau un ansamblu de atomi îi poate înlocui într-o combinație chimică.

05—10—040 Echivalent chimic

Equivalent chimique; Chemical equivalent; Äquivalentgewicht; Equivalente chimico

Cîtul masei atomice prin valență.

05—10—045 Echivalent gram

Equivalent gramme; Gramme equivalent; Grammäquivalent, Val.; Grammo equivalente

Masa unei substanțe pure a cărei valoare în grame e exprimată de același număr ca și echivalentul său chimic.

05—10—050 Electricitate

Electricité; Electricity; Elektrizität; Ellectricità

Agent fizic supus legii de conservare, jucînd un rol fundamental în constituția atomică a materiei. El are două forme numite convențional electricitate pozitivă și electricitate negativă. [25].

05—10—055 Electricitate pozitivă [negativă]

Electricité pozitive [négative]; Positive [Negative] electricity; Positive [Negative] Elektrizität; Elettricità positiva [negativa]

Electricitatea care e de aceeași natură ca aceea care se dezvoltă pe o bucată de sticlă [rășină] frecată cu mătase [lînă].

05—10—060 Electron, negaton, electron negativ

Electron, negaton; Electron, negatron; Elektron; Elettrone, Negatrone

Particulă elementară care are cea mai mică sarcină electrică negativă. Masa sa de repaus e aproximativ 1/1837 din aceea a atomului de hidrogen.

05—10—065 Pozitron, poziton, electron pozitiv

Positon, Electron positif; Positron, Positive electron; Positron; Positrone, Elettrone positivo

Particulă elementară, avînd o sarcină electrică egală și de semn contrar cu aceea a electronului și o masă de același ordin.

05—10—070 Proton

Proton; Proton; Proton; Protone

Particulă elementară care conține cea mai mică sarcină electrică pozitivă și avînd o masă de ordinul celei a atomului de hidrogen.

05—10—075 Deuteron, deuton

Deuton, Deutéron; Deuteron; Deuteron; Deutone

Nucleul de deuteriu sau hidrogen greu, constituit din reunirea unui proton și a unui neutron.

05—10—080 Neutron

Neutron; Neutron; Neutron; Neutrone

Particulă elementară a cărui masă e sensibil egală cu a unui proton și a cărui sarcină totală e nulă.

05—10—085 Neutron lent

Neutron lent; Slow neutron; Langsames Neutron; Neutrone lento

Neutron a cărui viteză e de ordinul de mărime al vitezelor de agitație moleculară la temperatură normală.

05—10—090 Neutron rapid

Neutron rapide; Fast neutron; Schnelles Neutron; Neutrone veloce

Neutron a cărui viteză e ridicată, adică atinge o fracțiune apreciabilă din viteza luminii.

05—10—095 Mezon

Méson; Meson; Meson; Mesone

Particulă de tranziție a cărei masă e intermediară între aceea a electronului și a nucleelor atomice și care e

produsă direct sau indirect în reacții nucleare la energii mari.

Există mai mulți mezoni care diferă prin masa, sarcina și spinul respectiv. Sînt instabili și au o viață mijlocie inferioară microsecundei. În anumite cazuri se pot transforma unii în alții.

05—10—100 Nucleu atomic

Noyau atomique; Atomic nucleus; Atomkern; Nucleo atomico

Partea centrală a atomului care conține aproape toată masa atomului și e încărcată pozitiv.

05—10—105 Număr atomic

Numéro atomique; Atomic number; Kernladungszahl (Atomnummer); Numero atomico

Numărul sarcinilor elementare pozitive ale nucleului atomului. Numărul atomic reprezintă rangul elementului în clasificarea lui Mendeleiev.

05—10—110 Număr de masă al unui nucleu

Nombre de masse d'un noyau; Mass number of a nucleus; Massenzahl; Numero di massa di un nucleo

Numărul total de protoni și neutroni conținuți în nucleul atomic.

05—10—115 Izotopi

Isotopes; Isotopes; Isotope; Isotopi

Elemente ale căror nuclee au același număr de protoni și numere diferite de neutroni. Doi isotopi au deci același număr atomic și numere de masă diferite; au aceleași proprietăți chimice dar diferă prin proprietățile lor fizice. Masele lor atomice diferă prin numere aproape întregi.

05—10—120 Ion

Ion; Ion; Ion; Ione

Atom, moleculă sau grup de molecule avînd o sarcină electrică totală nenulă.

05—10—125 Ion-gram

Ion-gramme; Gramme ion; —; Grammo-ione

Masă a unui ion a cărui valoare în grame e exprimată printr-un număr egal cu suma maselor atomice din care e compus ionul.

05—10—130 Ionizare

Ionisation; Ionization; Ionisierung; Ionizzazione

Formarea de ioni prin fracționarea de molecule sau prin adiție sau extragere de electroni la atomi, molecule sau grupări ale ultimelor.

05—10—135 A ioniza

Ioniser; To ionize; Ionisieren; Ionizzare

A produce ioni.

05—10—140 Tensiune de ionizare

Potentiel d'ionisation; Ionization potential; Ionisierungsspannung; Potenziale di ionizzazione

Diferența de potențial necesară pentru a comunica unui electron, presupus plecînd din repaus, energia minimă necesară pentru a ioniza prin șoc o moleculă sau un atom neexcitat aflat inițial în stare de repaus. [26].

05—10—145 Energie de ionizare, lucru de ionizare

Energie d'ionisation; Ionization energy; Ionisierungsarbeit; Energia di ionizzazione

Energia minimă necesară pentru a ioniza o moleculă sau un atom care se găsesc inițial în stare normală.

SECȚIUNEA 15 — ELECTROSTATICA

05—15—005 Electrostatica

Electrostatique; Electrostatics; Elektrostatik; Elettrostatica

Partea științei care tratează fenomenele asociate electricității în repaus. [27].

05—15—010 Sarcina electrică

Charge électrique; Electric charge; Elektrische Ladung; Carica elettrica

Sinonimul cantității de electricitate.

05—15—015 Electrizare

Electrisation; Electrification; Elektrisieren; Elettrizzazione

Dezvoltarea de sarcini electrice într-un mediu.

05—15—020 Electrizare prin influență

Electrisation par influence; Electrostatic induction; Elektrisieren durch Influenz; Elettrizzazione per influenza

Separarea de sarcini electrice pe un conductor la apropierea unui alt corp încărcat.

05—15—025 Sarcina unui corp electrizat

Charge d'un corps électrisé; Charge on an electrical body; Ladung eines elektrischen Körpers; Carica di un corpo elettrizzato

Excedentul cantității globale de electricitate de un semn asupra cantității globale de electricitate de semn contrar.

05—15—030 Stare neutră

Etat neutre ; Neutral state ; Neutraler Zustand ; Stato neutro

Starea unui corp sau a unui sistem în care cantitățile globale de electricitate de ambele semne sînt egale. [28].

05—15—035 Legea lui Coulomb

Loi de Coulomb; Coulomb's law; Coulombsches Gesetz; Legge di Coulomb

Lege după care forța exercitată într-un mediu omogen, izotrop și infinit extins, între două cantități punctuale de electricitate e invers proporțională cu patratul distanței dintre ele. [29].

05—15—040 Cîmp electric [30]

Champ électrique (sens qualitatif); Electric field; Elektrisches Feld; Campo elettrico

Regiune din spațiu în care există o stare electrică susceptibilă de a se traduce prin forțe.

05—15—045 Intensitatea cîmpului electric, cîmp electric

Champ électrique (sens quantitatif), Intensité de champ; Electric field strength; Elektrische Feldstärke; Intensità di campo elettrico (forza elettrica)

Vector a cărui mărime e egală cu cîtul forței care se exercită asupra unei cantități de electricitate prin această cantitate și a cărei direcție e direcția forței. [31].

05—15—050 Potențial electrostatic

Potentiel électrostatique; Electrostatic potential; Elektrostatisches Potential; Potenziale elettrostatico

Mărime scalară al cărei gradient cu semn schimbat dă cîmpul electric în mărime și direcție. [32].

05—15—055 Presiune electrostatică

Pression électrostatique; Electrostatic pressure; Elektrostatischer Druck; Pressione elettrostatica

Cîtul forței exercitate de cîmpul electric asupra sarcinii unui element de suprafață a unui conductor prin aria acelui element. [33].

05—15—060 Conductor

Conducteur; Conductor; Leiter; Conduttore
Substanță sau corp care permite trecerea continuă a unui curent electric.

05—15—065 Semiconductor

Semi-conducteur; Semi-conductor; Halbleiter; Semi-conduttore
Conductor ne-metalic de electroni. Se disting diverse categorii de semi-conductori; electronici intrinseci, electronici extrinseci, tip P și N, ionici, micști. A se vedea grupa 07: Electronică. [34].

05—15—070 Izolant

Isolant; Insulating material (insulant); Isolierstoff (Isolator); Isolante
Substanță sau corp a cărui conductivitate e nulă sau, în practică, foarte slabă.

05—15—075 Putere izolantă

Pouvoir isolant; Insulating property; Isoliervermögen; Potere isolante
Termen general utilizat pentru a indica aptitudinea unei substanțe de a servi ca izolant.

05—15—080 A izola

Isoler; To insulate; Isolieren; Isolare
A împiedica anumite contacte posibile între un conductor și conductoarele vecine prin folosirea adecvată a unor substanțe izolante.

05—15—085 Izolație [1], **izolare** [2]

Isolation; Insulation; Isolation; Isolamento
1) Ansamblul izolanților intrînd în construcția unei mașini sau a unui aparat în vederea izolării conductoarelor sale.
2) Acțiunea de a izola.

05—15—090 Stare de izolare, izolat

Isolement; Insulated; Isolation (szustand), Isolierung, Isoliert; Isolamento
Ansamblul proprietăților cîștigate de un corp conductor prin faptul izolării lui. [35].

05—15—095 Dielectric

Diélectrique; Dielectric; Dielektrikum; Dielettrico
Mediu material în care poate exista în stare staționară un cîmp electric [36].

05—15—100 Densitate superficială a sarcinii

Densité de charge superficielle (Charge surfacique); Density of surface charge; Oberflächen (ladungs) dichte; Densità elettrica superficiale
Limita cîtului sarcinii atribuite suprafeței unui corp prin aria elementului de suprafață corespunzător.

05—15—105 Densitate de volum a sarcinii

Densité de charge en volume, Charge volumique; Density of volume charge; Raumladungsdichte, Raumdichte der elektrischen Ladung; Densità elettrica di volume
Limita, într-un punct, a cîtului sarcinii prin elementul de volum care o conține.

05—15—110 Polarizare electrică

Polarisation diélectrique; Dielectric polarization; Dielektrische Polarisierung; Polarizzazione elettrica
Modificare cu caracter vectorial la care e supus un dielectric sub influența unui cîmp electric. [37].

05—15—115 Polarizație

Polarisation; Polarization; Elektrische Polarisation; Polarizzazione dielettrica
Mărime vectorială care caracterizează starea de polarizare electrică a unui mediu, definită în fiecare punct al mediului de cîtul dintre momentul dipolar al elementului de volum înconjurînd acel punct și volumul elementului.

05—15—120 Permitivitate, permitivitate absolută

Permittivité (Constante diélectrique); Permittivity (dielectric constant); (Absolute) Dielektrizitätskonstante; Permittività (Constante dielettrica)
Constanta care exprimă influența unui mediu izotrop asupra forțelor de atracție și de repulsie între corpuri electrizate. [38].

05—15—125 Influență electrostatică

Influence électrostatique; Electrostatic induction; Influenz; Influenza elettrostatica
Fenomen care modifică repartiția sarcinilor unui corp supus influenței unui cîmp electric.

05—15—130 Inducție electrică

Déplacement (électrique); Displacement; (Dielektrische) Verschiebungsdichte; Spostamento (elettrico), Induzione dielettrica
Vector care într-un mediu izotrop are aceeași direcție și același sens ca și cîmpul electric și ca mărime e egal cu produsul acestui cîmp prin permitivitate. [39].

05—15—135 Flux electric

Flux de déplacement; Electric flux; Verschiebungsfluss; Flusso dielettrico
Fluxul vectorului inducție electrică.

05—15—140 Permitivitate relativă, constanta dielectrică

Facteur de permittivité (Pouvoir inducteur spécifique); Relative permittivity; Relative Dielektrizitätskonstante (Dielektrizitätszahl); Permettività relativa (Potera induttore specifico)
Raportul dintre permitivitatea unui dielectric și aceea a vidului.

05—15—145 Isterezis dielectric

Hystérésis diélectrique; Dielectric hysteresis; Dielektrische Hysterese (oder Hysteresis); Isteresi dielettrica
Fenomenul corespunzător căruia polarizația unui dielectric depinde nu numai de intensitatea actuală a cîmpului ci și de valorile anterioare.

05—15—150 Viscozitate dielectrică

Viscosité diélectrique; Dielectric viscosity; Dielektrische Nachwirkung; Viscosità dielettrica
Fenomenul corespunzător căruia variațiile de polarizație ale unui dielectric rămîn în urma variațiilor de cîmp care le produc cu o întîrziere care depinde de rapiditatea acestor variații.

05—15—155 Pierderi dielectrice

Pertes diélectriques; Dielectric losses; Dielektrische Verluste; Perdite dielettriche
Energie transformată în căldură într-un dielectric supus unui cîmp electric variabil.

05—15—160 Condensator

Condensateur; Capacitor; Kondensator; Condensatore
Sistem de două conductoare (armături) separate pe întreaga întindere a suprafeței lor de un mediu izolant de mică grosime. [40].

05—15—165 Armatură de condensator

Armature d'un condensateur; Plate of a capacitor; Belegung eines Kondensators; Armatura di un condensatore
Fiecare din cele două conductoare separate printr-un mediu izolant al căror ansamblu constituie condensatorul.

05—15—170 Capacitate proprie a unui conductor

Capacité électrique d'un conducteur; Capacitance of a conducting body; Kapazität eines Leiters; Capacità di un conduttore

Cîtul sarcinii electrice a unui conductor prin potențialul acestuia, toate celelalte conductoare fiind presupuse infinit depărtate. [41].

05—15—175 Capacitate proprie a unui conductor (în prezența altor conductoare)

Capacité d'un conducteur (en présence d'autres conducteurs); Capacitance of a conductor (in the presence of other conductors); Teilkapazität; Capacità totale di un conduttore

Cîtul sarcinii conductorului prin potențialul său, toate celelalte conductoare fiind presupuse la potențial nul.

05—15—180 Capacitatea unui condensator

Capacité d'un condensateur; Capacitance of a capacitor; Kapazität eines Kondensators; Capacità di un condensatore

Cîtul sarcinii unei armături prin diferența de potențial dintre ele, influența oricărui alt conductor fiind neglijabilă.

05—15—185 1) Sarcina unui condensator, 2) Încărcarea unui condensator

Charge d'un condensateur; Charge of a capacitor; 1) Ladung. 2) Laden eines Kondensators; Carica di un condensatore

1) Cantitatea de electricitate purtată pe una din armaturi.

2) Acțiunea sau fenomenul prin care se comunică celor două armaturi cantități de electricitate egale și de semne contrarii.

05—15—190 Descărcarea unui condensator

Décharge d'un condensateur; Discharge of a capacitor; Entladung (Entladen eines Kondensators); Scarica di un condensatore

Fenomenul prin care sarcinile opuse ale armăturilor se neutralizează parțial sau total.

05—15—195 Descărcare disruptivă

Décharge disruptive ; Disruptive discharge ; Durchschlag (Durchbruch); Scarica disruttiva

Ansamblul fenomenelor care însoțesc străpungerea unui dielectric cînd diferența de potențial între două conductoare separate de acest dielectric depășește o anumită limită. [42].

05—15—200 Tensiune disruptivă

Tension disruptive; Disruptive voltage; Durchschlagsspannung; Tensione disruttiva

Tensiune electrică necesară pentru a produce descărcarea disruptivă între două conductoare.

05—15—205 Rigiditate dielectrică

Rigidité diélectrique; Electric strength; Durchschlagsfestigkeit (dielektrische Festigkeit); Rigidità dielettrica

Proprietatea unui dielectric de a se opune descărcării disruptive. Se evaluează prin intensitatea cîmpului electric capabil să producă descărcarea disruptivă. [43].

05—15—210 Piezoelectricitate

Piézoélectricité; Piezo-electricity; Piezoelektrizität; Effeto piezoelettrico

Fenomenul de polarizare provocat în anumite cristale de constrîngeri mecanice.

05—15—215 Piroelectricitate

Pyroélectricité ; Pyro - electricity ; Pyroelektrizität ; Effetto piroelettrico

Fenomenul de polarizare provocat în anumite cristale hemiedre de inegalitatea de temperatură.

05—15—220 Efect fotoelectric

Effet photoélectrique; Photo-electric effect; Photoeffekt (Photoelektrizität); Effetto fotoelettrico

Emisiunea de electroni provocată de acțiunea luminii sau a altor radiații electromagnetice de mică lungime de undă.

05—15—225 Fenomene electrocapilare

Phénomènes électrocapillaires; Electrocapillary phenomena; Elektrokapillarerscheinungen; Fenomeni elettrocapillari

Fenomene care depind de variația constantei capilare la suprafața de separație a două fluide cu diferența de potențial stabilită între aceste fluide.

05—15—230 Electrocapilaritate

Electrocapillarité, Electrocapillarity; Elektrokapillarität; Elettrocapillarità

Partea științei care tratează despre fenomenele electrocapilare.

05—15—235 Electrostricțiune

Electrostriction; Electrostriction; Elektrostriktion; Elettrostrizione

Variația dimensiunilor unui dielectric sub influența unui cîmp electric.

05—15—240 Efect Kerr

Effet Kerr; Kerr effect; Kerreffekt; Effetto Kerr

Fenomen de dublă refracție, produs de un cîmp electric în anumite medii dielectrice transparente.

SECȚIUNEA 20 — ELECTROCINETICA

05—20—005 Electrocinetică

Electrocinétique; Electrokinetics; Lehre von der elektrischen Strömung; Elettrocinetica

Partea științei care tratează fenomenele electricității în mișcare, făcînd abstracție de fenomenele magnetice care rezultă [44].

05—20—010 Tensiune electromotoare (T.E.M.), Forță electromotoare (F.E.M.)

Force électromotrice (F.E.M.); Electromotive force (e.m.f.); Elektromotorische Kraft (EMK); Forza elettromotrice

Cauză sau acțiune capabilă de a menține o diferență de potențial electric între două puncte ale unui circuit deschis sau de a întreține un curent electric într-un circuit închis. În circuit deschis tensiunea electromotoare se evaluează prin diferența de potențial pe care o menține. În circuit închis ea e egală cu cîtul puterii instantanee dezvoltate prin valoarea curentului din circuit. [45].

05—20—015 Tensiune electromotoare de contact, forță electromotoare de contact

Force électromotrice de contact; Contact electromotive force; Kontakt-EMK; Forza elettromotrice di contatto

Tensiunea electromotoare datorită contactului dintre corpuri care se găsesc într-o stare fizică diferită sau au o compoziție chimică diferită.

05—20—020 Tensiune contra-electromotoare, forță contra-electromotoare

Force contre-électromotrice; Back electromotive force (Back e.m.f.); Gegenelektromotorische Kraft; Forza controelettromotrice

Tensiune electromotoare care se opune trecerii curentului.

05—20—025 Tensiune electrică

Tension (ou différence de potentiel) électrique; Voltage (Potential difference); (Elektrische) Spannung; Tensione elettrica

Integrala de linie de la un punct la altul al cîmpului electric, luată în lungul unui drum dat. [46].

05—20—030 Cădere de tensiune

Chute de potentiel ou de tension; Voltage (potential) drop; Patentialabfall. Spannung (sabfall; Cadata di potenziale, Caduta di tensione

Scăderea potențialului în lungul unui conductor sau al unui aparat parcurs de curent.

05—20—035 Curent electric

Courant électrique; Electric current; Elektrischer Strom; Corrente elettrica

Mișcarea electricității într-un mediu sau în lungul unui circuit. Se acceptă ca sens al curentului sensul opus celui al mișcării electricității negative. (v. și 05—20—040) [47].

05—20—040 Curent; intensitatea curentului electric

Courant, Intensité de courant; Current; Stromstärke; Corrente, Intensità di corrente

Cîtul prin timp al cantității elementare de electricitate care traversează o secțiune determinată a unui conductor în timpul infinit mic corespunzător. [48].

05—20—045 Densitate de curent

Densité de courant; Current density; Stromdichte; Densità di corrente

Vector polar al cărui flux printr-o suprafață e egal cu intensitatea curentului care traversează suprafața. Densitatea mijlocie într-un conductor filiform e egală cu cîtul curentului prin secțiunea dreaptă a conductorului.

05—20—050 Curent de conducție

Courant de conduction; Conduction current; Leitungsstrom; Corrente di conduzione

Curent care rezultă din circulația electronilor sau ionilor într-un mediu conductor. [49].

05—20—055 Curent de convecție

Courant de convection; Convection current; Konvektionsstrom; Corrente di convezione

Curent care consistă în transportul electricității de către mase materiale într-un mediu izolant. [49].

05—20—060 Curent de polarizație

Courant de polarisation; Polarization current; Polarisationsstrom; Corrente di polarizzazione

Curent rezultînd din variația polarizației dielectrice.

05—20—065 Curent de deplasare

Courant de déplacement; Electric flux; Verschiebungsstrom; Corrente di spostamento (corrente dielettrica)

Derivata în raport cu timpul a fluxului electric într-un dielectric. [50].

05—20—070 Curent electronic

Courant électronique; Electronic current; Elektronenstrom; Corrente elettronica

Curent care consistă în mișcarea electronilor liberi.

05—20—075 Curent ionic

Courant ionique; Ionic current; Ionenstrom; Corrente ionica

Curent care consistă în mișcarea ionilor.

05—20—080 Curent unidirecțional

Courant unidirectionnel; Unidirectional current; Stromgleichbleibender Richtung; Carrente unidirezionale

Curent care conservă mereu același sens.

05—20—085 Curent continuu

Courant continu; Continuous current, Direct current; Gleichstrom; Corrente continua

Curent unidirecțional constant sau sensibil constant.

05—20—090 Curent alternativ

Courant alternatif; Alternating current; Wechselstrom; Corrente alternata

Curent periodic de valoare medie nulă.

05—20—095 Curent Foucault

Courant de Foucault; Eddy (Foucault) currents; Wirbelstrom; Corrente di Foucault

Curent indus în interiorul maselor conductoare de variații de inducție magnetică.

05—20—100 Circuit electric

Circuit électrique; Electric circuit; Stromkreis; Circuito elettrico

Ansamblu de corpuri și medii prin care poate circula curentul. [51].

05—20—105 Circuite în paralel, circuite în derivație

Circuits en parallèle (Circuits en dérivation); Parallel circuits (Shunt circuits); Parallelgeschaltete Stromkreise; Circuiti in parallelo (Circuiti in derivazione)

Circuitele electrice sau magnetice sînt în paralel (sau în derivație) unul în raport cu altul, cînd curenții sau fluxurile se împart între ele.

05—20—110 Circuite în serie

Circuits en série; Series circuits; In Reihe (oder Serie) geschaltete Stromkreise; Circuiti in serie

Circuite legate astfel ca să fie parcurse de același curent.

05—20—115 Circuit inductiv

Circuit inductif; Inductive circuit; Induktiver Stromkreis; Circuito induttivo

Circuit electric a cărui inductanță nu e neglijabilă pentru aplicația considerată.

05—20—120 Circuit neinductiv

Circuit non inductif; Non-inductive circuit; Induktionsfreier Stromkreis; Circuito non induttivo

Circuit electric a cărui inductanță e neglijabilă pentru aplicația considerată.

05—90—125 Electrod

Electrode; Electrode; Elektrode; Elettrodo

Piesă conductoare folosită pentru a aduce curentul într-un mediu.

05—20—130 Anod

Anode; Anode; Anode; Anodo

Electrod de intrare a curentului într-un mediu, adică de ieșire a electronilor din mediu.

05—20—135 Catod

Cathode, Catode; Cathode; Kathode; Catodo

Electrod de ieșire a curentului dintr-un mediu, adică de intrare a electronilor în mediu.

05—20—140 Rezistenţă (în curent continuu)

Résistance (en courant continu); Resistance (in direct current); (mit Gleichstrom gemessener) Widerstand; Resistenza

Cîtul diferenţei de potenţial constante aplicată la extremităţile unui conductor prin intensitatea curentului pe care o produce, cînd conductorul nu e sediul niciunei tensiuni electromotoare.

05—20—145 Legea lui Ohm

Loi d'Ohm; Ohm's law; Ohmsches Gesetz; Legge di Ohm

Lege care exprimă, în cazul curentului continuu, proporţionalitatea dintre intensitatea curentului şi tensiunea electromotoare totală într-un circuit închis sau diferenţa de potenţial la bornele unui element de circuit care nu e sediul niciunei tensiuni electromotoare. [52].

05—20—150 Legile lui Kirchhoff [53].

Lois de Kirchhoff; Kirchhoff's laws; Kirchhoffsche Gesetze; Leggi di Kirchhoff

1) Suma algebrică a curenţilor care ajung la un nod al unei reţele e nulă.

2) Suma algebrică a tensiunilor electromotoare într-un circuit închis e egală cu suma algebrică a căderilor de tensiune datorite rezistenţelor.

05—20—155 Rezistivitate

Résistivité; Resistivity; Spezifischer Widerstand; Resistività

Produsul rezistenţei unui fir dintr-o substanţă dată prin cîtul dintre secţiunea şi lungimea firului. [54].

05—20—160 Conductibilitate

Conductibilité; Conductivity; (qualitative) Leitfähigkeit; Conducibilità

Proprietatea pe care o au anumite corpuri de a conduce electricitatea.

05—20—165 Conductibilitate unidirecţională

Conductibilité unidirectionnelle; Asymmetrical conductivity; Gleichrichterwirkung; Conducibilità unidirezionale

Proprietatea pe care o au anumite medii de a conduce curentul electric mai uşor într-un sens decît în altul.

05—20—170 Conductanţă

Conductance; Conductance, Leitwert; Conduttanza

Inversul rezistenţei.

05—20—175 Conductivitate

Conductivité; Conductivity (quantitative); Leitfähigkeit; Conduttività

Inversul rezistivităţii.

05—20—180 Efect Joule

Effet Joule; Joule effect; Joulescher Effekt; Effetto Joule

Producerea de căldură datorită trecerii curentului electric într-un conductor omogen.

05—20—185 Legea lui Joule

Loi de Joule; Joule's law; Joulesches Gesetz; Legge di Joule

Lege conform căreia puterea degajată sub formă de căldură într-un conductor omogen e proporţională cu produsul rezistenţei prin patratul curentului care o traversează.

05—20—190 Efect Volta

Effet Volta; Volta effect; Voltaeffekt; Effetto Volta

Producerea de tensiuni electromotoare la contactul corpurilor de natură diferită avînd aceeaşi temperatură.

05—20—195 Efect termoelectric; Efect Seebeck

Effet thermoélectrique, Effet Seebeck; Thermoelectric effect, Seebeck effect; Thermoelektrischer Effekt, Seebeckeffekt; Effetto termoelettrico, Effetto Seebeck

Producerea unei tensiuni electromotoare datorită diferenţei de temperatură la două joncţiuni dintre metale sau aliaje diferite făcînd parte din acelaşi circuit.

05—20—200 Efect Peltier

Effet Peltier; Peltier effect; Peltiereffekt; Effetto Peltier

Degajare sau absorbţie de căldură produsă de trecerea curentului prin joncţiunea a două metale sau aliaje diferite.

05—20—205 Efect Thomson

Effet Thomson; Thomson effect; Thomsoneffekt; Effetto Thomson

Producerea unei tensiuni electromotoare în părţile unui conductor omogen care se găsesc la temperaturi diferite.

05—20—210 Efect Hall

Effet Hall; Hall effect; Halleffekt; Effetto Hall

Anizotropia conducţiei electrice produsă într-un conductor de o magnetizare normală pe vectorul densitate de curent: acesta în loc să fie paralel cu cîmpul electric face cu el un anumit unghi.

05—20—215 Efect pelicular; efect skin

Effet pelliculaire, Effet Kelvin; Skin effect, Kelvin effect; Skineffekt, Hautwirkung, Stromverdrängung; Effetto pellicolare, Effetto Kelvin

Repartizarea inegală a curenţilor variabili în conductoarele masive cu creşterea densităţii de curent în vecinătatea suprafeţei.

05—20—220 Reostricţiune; efect de gîtuire

Rhéostriction, Effet de pincement; Rheostriction, Pinch effect; Pincheffekt; Reostrizione, Effetto di strozzamento

Fenomenul de contracţie transversală a unui conductor lichid, datorit atracţiei mutuale a diferitelor fire parcurse de curent.

SECŢIUNEA 21 — TERMENI RELATIVI LA DESCĂRCĂRI ELECTRICE ÎN GAZE

05—21—005 Descărcare luminescentă, efluvie

Effluve; Glow discharge; Glimmentladung, Glimmen; Effluvio

Fenomen de conducţie electrică în gaze care se manifestă printr-o luminozitate fără mare încălzire, fără zgomot şi fără volatilizare apreciabilă a electrozilor, cînd cîmpul electric depăşeşte o anumită valoare.

05—21—010 Efect Corona

Effet de couronne; Corona effect; Korona (entladung); Effetto corona

Formă particulară de efluvii în cazul liniilor electrice sau aparatelor de înaltă tensiune.

05—21—015 Egretă

Aigrette; Brush discharge; Büschel(entladung); —

Descărcarea intermitentă de electricitate avînd forma unui mănunchi de raze care ies din conductor cînd potenţialul său depăşeşte o anumită valoare, dar rămîne insuficient pentru a produce o adevărată scînteie. E însoţită în general de şuierături sau de pîrîituri.

05—21—020 Scînteie

Etincelle; Spark; Funken(entladung); Scintilla

Fenomen luminos strălucitor, de scurtă durată, care caracterizează descărcarea disruptivă.

05—21—025 Lumină anodică ; lumină pozitivă

Lumière anodique, Lumière positive; Anode glow, Positive glow; Anoden(glimm)licht; Luce anodica, Luce positiva

Fenomen luminos care însoțește în anumite condiții de presiune și distanță între electrozi, descărcarea electrică în gaze, apărînd pe anod sau în vecinătatea acestuia și fiind separată de fenomenele catodice prin spațiul obscur al lui Faraday

05—21—030 Suflaj magnetic

Soufflage magnétique; Magnetic blow-out; Magnetische Bogenbeeinflussung; Soffio magnetico

Efect al acțiunii exercitate de un cîmp magnetic asupra unui curent electric, utilizat pentru a stinge sau modifica un arc.

05—21—035 Linie de fugă

Ligne de fuite ; Leakage path (electric) ; Kriechstrecke : Linea di dispersione

Distanța cea mai scurtă la suprafața unei piese izolante între două piese care se găsesc la potențiale diferite.

05—21—040 Conturnare

Contournement; Flashover; Überschlag; Contornamento

Trecerea unei descărcări disruptive în jurul unui izolant.

05—21—045 Străpungere

Perforation; Puncture; Durchschlage; Perforazione

Trecerea unei descărcări disruptive printr-un izolant.

05—21—050 Amorsare (a unui arc, a unei scîntei)

Amorçage (d'un arc, d'une étincelle); Striking (an arc, a spark) ; Zündung ; Innesco (di un arco, di una scintilla)

Regimul variabil în timpul căruia se stabilește arcul sau scînteia.

05—21—055 Arc

Arc; Arc; (Licht-) Bogen; Arco

Descărcare electrică luminoasă printr-un gaz, caracterizată de o densitate de curent mare și un gradient de potențial mic, ades însoțite de volatilizarea parțială a electrozilor.

SECȚIUNEA 25 — MAGNETISM

05—25—005 Magnetism

Magnétisme; Magnetism; Magnetismus; Magnetismo

Partea științei care tratează despre proprietățile cîmpurilor magnetice și despre corpurile supuse acțiunii lor.

05—25—010 Legea lui Coulomb

Loi de Coulomb ; Colomb's law ; Coulombsches Gesetz ; Legge di Coulomb

Legea conform căreia forța exercitată într-un mediu omogen, izotrop și nelimitat, de permeabilitate constantă, între două mase magnetice punctuale, e proporțională cu aceste mase si invers proporțională cu patratul distanței dintre ele. [55].

05—25—015 Cîmp magnetic [56]

Champ magnétique (au sens qualitatif); Magnetic field; Magnetfeld, magnetisches Feld; Campo magnetico

Regiune din spațiu în care există o stare magnetică susceptibilă de a se traduce prin forțe.

05—25—020 Intensitatea cîmpului magnetic, cîmp magnetic

Champ magnétique (au sens quantitatif) ; Magnetic field strength; Magnetische Feldstärke, magnetische Erregung; Intensità di campo magnetico, Forza magnetica

Mărime vectorială axială care împarte cu inducția magnetică rolul de a caracteriza în fiecare punct din spațiu un cîmp magnetic. Poate fi detectat de un mic ac magnetizat liber suspendat, care se orientează după direcția sa. Libertatea de deplasare a acului magnetizat presupune de altfel că mediul e fluid sau e dotat cu o mică cavitate (întrefier) de formă și orientare adecvate deplasării virtuale considerate. În timp ce inducția e solenoidală, cîmpul magnetic e irotațional în afara volumelor cu densitate de curent, astfel că derivă dintr-un potențial (neuniform). Pe de altă parte în interiorul curenților rotorul său e egal, în sistemul raționalizat, cu vectorul densitate de curent, inclusiv curentul de deplasare.

Direcția cîmpului e dată în orice punct de axa unui mic solenoid alungit, parcurs de curent și orientat astfel încît să anuleze în interiorul său orice manifestație magnetică, în timp ce intensitatea cîmpului e egală cu densitatea liniară de curent a solenoidului.

05—25—025 Potențial magnetic

Potentiel magnétique; Magnetic potential; Magnetisches Potential; Potenziale magnetico

Mărime pseudoscalară existînd numai în afara volumelor în care densitatea de curent (în sens propriu: de conducție, de deplasare, de convecție) nu e nulă și al cărui gradient cu semn schimbat reprezintă cîmpul magnetic.

05—25—030 Inducție magnetică

Induction magnétique, Densité de flux magnétique; Magnetic flux density, Magnetic induction; Magnetische Induktion, magnetische Flussdichte; Induzione magnetica, Densità di flusso magnetico

Mărime vectorială axială solenoidală astfel că forța exersată asupra unui element de curent $i\,dl$ să fie egală cu produsul vectorial al acestui element prin vectorul inducție magnetică. [58].

05—25—035 Flux magnetic

Flux d'induction magnétique; Magnetic flux; Magnetischer Fluss; Flusso d'induzione magnetica, Flusso magnetico

Fluxul vectorului inducție magnetică

05—25—040 Moment magnetic; momentul unei bucle de curent

Moment magnétique d'un courant fermé; Magnetic moment of a constant current; Magnetisches Moment; Momento magnetico di una corrente

Mărime vectorială atașată unui circuit electric astfel că proiecția sa pe o axă de direcție oarecare e egală cu produsul curentului prin aria închisă de proiecția circuitului pe un plan normal pe direcția acelei axe.

05—25—045 Permeabilitate (a unei substanțe izotrope)

Perméabilité absolue (d'une substance ou d'un milieu isotrope); Absolute permeability (of a substance or of an isotropic medium); (Absolute) Permeabilität; Permeabilità assoluta (di una sostanza o di un mezo isotrope)

Cîtul inducției magnetice prin cîmpul magnetic care o produce.

05—25—050 Permeabilitate relativă

Perméabilité relative; Relative permeability; Relative Permeabilität, Permeabilitätszahl; Permeabilità relativa

Raportul între permeabilitatea (absolută) a unei substanțe sau a unui mediu și aceea a vidului.

05—25—055 Cîmp magnetic terestru

Champ magnétique terrestre; Terrestrial magnetic field; Erdmagnetisches Feld; Campo magnetico terrestre

Cîmp magnetic natural care există în regiunea terestră.

05—25—060 Meridian magnetic

Méridien magnetique; Magnetic meridian; Magnetischer Meridian; Meridiano magnetico

Intersecția suprafeței pămîntului cu planul vertical care conține direcția cîmpului magnetic terestru.

05—25—065 Înclinație magnetică

Inclinaison magnétique; Magnetic inclination; Magnetische Inklination; Inclinazione magnetica

Unghiul ascuțit între planul orizontal și direcția cîmpului magnetic terestru.

05—25—070 Declinație magnetică

Déclinaison magnétique; Magnetic declination; Magnetische Deklination; Declinazione magnetica

Unghiul cuprins între meridianul magnetic și meridianul geografic într-un punct al suprafeței pămîntului.

05—25—075 Poli magnetici tereștri

Pôles magnétiques terrestres; Terrestrial magnetic poles; Magnetische Pole der Erde; Poli magnetici terrestri

Puncte ale suprafeței pămîntului unde înclinația atinge 90°.

05—25—080 Substanță paramagnetică

Substance paramagnétique; Paramagnetic substance; Paramagnetischer Stoff; Sostanza paramagnetica

Substanță care ia într-un cîmp magnetic exterior o magnetizare, în general slabă, avînd ca efect sporirea inducției datorite numai acestui cîmp. [59]

05—25—085 Substanță diamagnetică

Substance diamagnétique; Diamagnetic substance; Diamagnetischer Stoff; Sostanza diamagnetica

Substanța care ia într-un cîmp magnetic exterior o magnetizare, totdeauna slabă, avînd ca efect reducerea inducției datorite numai acestui cîmp. [60]

05—25—090 Substanță feromagnetică

Substance ferromagnétique; Ferromagnetic substance; Ferromagnetischer Stoff; Sostanza ferromagnetica

Substanță capabilă să se magnetizeze puternic într-un cîmp magnetic exterior și susceptibilă să conserve în total sau în parte această magnetizare după încetarea acțiunii acestui cîmp.

05—25—095 Punct Curie

Point de Curie; Curie point; Curiepunkt; Punto di Curie

Temperatură critică deasupra căreia o substanță feromagnetică devine paramagnetică.

05—25—100 Magnet permanent

Aimant, Aimant permanent; Magnet, Permanent magnet; Dauermagnet; Magnete, Magnete permanente

Corp feromagnetic care întreține un cîmp magnetic fără intervenția unui curent electric exterior.

05—25—105 Magnetizare

Aimantation; Magnetization; Magnetisieren, Magnetisierung; Magnetizzazione

Operație prin care se comunică unui corp feromagnetic proprietățile unui magnet. Termenul e folosit însă ca sinonim pentru intensitate de magnetizare.

05—25—110 Cîmp magnetizant

Champ magnétisant; Magnetizing field; Magnetisierendes Feld; Campo magnetizzante

Cîmp magnetic utilizat pentru a produce o magnetizare.

05—25—115 Curent magnetizant

Courant magnétisant; Magnetizing current; Magnetisierungsstrom; Corrente magnetizzante

Curent utilizat cu scopul principal de a crea un cîmp magnetic.

05—25—120 A magnetiza

Aimanter; To magnetize; Magnetisieren; Magnetizzare

A comunica unui corp feromagnetic proprietățile unui magnet.

05—25—125 A demagnetiza

Désaimanter; To demagnetize; Entmagnetisieren; Smagnetizzare

A readuce în stare neutră un corp feromagnetic magnetizat.

05—25—130 Saturație

Saturation; Saturation; Sättigung; Saturazione

Starea pe care o are o substanță feromagnetică plasată într-un cîmp suficient de intens pentru ca intensitatea de magnetizare să devină independentă de cîmp; substanța e zisă atunci saturată.

Într-un sens mai larg, o substanță feromagnetică e zisă mai mult sau mai puțin saturată după cum magnetizarea e mai mult sau mai puțin apropiată de saturație.

05—25—135 Stare neutră

Etat neutre; Neutral state; Jungfräulicher Zustand, Neuzustand; Stato neutro

Starea unei substanțe feromagnetice care nu a fost supusă unei magnetizări (stare virgină) sau care a fost readusă artificial în această stare.

05—25—140 Poli magnetici (ai unui magnet)

Pôle magnétiques d'un aimant; Magnetic poles of a magnet; Magnetpole; Poli magnetici di un magnete

Poli situați spre extremitățile unui magnet unde se pot imagina două mase magnetice astfel încît cîmpul lor rezultant, într-un punct depărtat, să fie aproximativ același ca al magnetului.

05—25—145 Pol consecvent

Pôle conséquent; Consequent pole; —; Polo conseguente

Pol rezultînd într-o substanță magnetică din întîlnirea a două magnetizări de sens opus.

05—25—150 Moment magnetic amperian (al unui magnet)

Moment magnétique ampérien d'un aimant; Magnetic moment of a magnet; (Ampéresches) magnetisches Moment; Momento magnetico amperiano di un magnete

Vector atașat unui magnet, astfel încît acțiunea mecanică exercitată asupra magnetului cînd e cufundat într-un cîmp magnetic omogen să consiste dintr-un cuplu al cărui moment mecanic să fie egal cu produsul vectorial al momentului magnetic al magnetului prin inducția magnetică. Acest moment magnetic e suma geometrică a momentelor

magnetice elementare ale curenților individuali care produc magnetizarea (v. 05—25—040).

05—25—155 Moment magnetic coulombian (al unui magnet

Moment magnétique coulombien d'un aimant ; — ; (Coulombsches) magnetisches Moment; Momento magnetico coulombiano di un magnete

Vector atașat unui magnet astfel, încît acțiunea mecanică exercitată asupra magnetului cînd e cufundat într-un cîmp magnetic omogen să consiste dintr-un cuplu al cărui moment mecanic să fie egal cu produsul vectorial al momentului magnetic al magnetului prin intensitatea cîmpului magnetic. Acest moment magnetic e egal cu suma geometrică a momentelor dipolilor care constituie polarizația.

05—25—160 Axă magnetică

Axe magnétique; Magnetic axis; Magnetische Achse; Asse magnetico

Axa magnetică a unui magnet coincide în direcție și sens cu axa momentului său magnetic.

05—25—165 Intensitate de magnetizare, magnetizație

Aimantation; Intensity of magnetization, Magnetization; Magnetisierung; Intensità di magnetizzazione, Magnetizzazione

Vector atașat unui element de substanță egal în mărime și direcție cu cîtul momentului magnetic amperian al elementului prin volumul său.

05—25—170 Polarizație magnetică

Polarisation; Polarization; Magnetische Polarisation; Polarizzazione magnetica

Vector atașat unui element de substanță egal în mărime și direcție cu cîtul momentului magnetic coulombian al elementului prin volumul său.

05—25—175 Foiță magnetică

Feuillet magnétique; Magnetic shell; Magnetische Doppelschicht (oder Schale), magnetisches Blatt; Lamina magnetica

Magnet în formă de foiță infinit subțire în care magnetizarea e peste tot normală la suprafață și invers proporțională cu grosimea foiței.

05—25—180 Magnetizație superficială, puterea foiței

Puissance d'un feuillet; Strength of shell; Flächendichte des magnetischen Moments; Potenza di una lamina

Produsul magnetizației prin grosimea foiței.

05—25—185 Susceptivitate magnetică

Susceptibilité; Susceptibility; Magnetische Suszeptibilität; Suscettività.

Cîtul magnetizației unei substanțe izotrope prin cîmpul magnetic corespunzător.

05—25—190 Susceptivitate și permeabilitate diferențiale

Susceptibilité et perméabilité différentielles; Differential susceptibility and permeability; Differentielle Suszeptibilität und Permeabilität; Suscettività e permeabilità differenziali

Cîtul variației elementare a magnetizării și a inducției prin variația corespunzătoare a cîmpului magnetic.

05—25—195 Susceptivitate și permeabilitate inițiale

Susceptibilité et perméabilité initiales; Initial susceptibility and permeability; Anfangssuszeptibilität und -permeabilität; Suscettività e permeabilità iniziali

Valorile limită ale susceptivității și permeabilității unui corp feromagnetic la originea curbei de primă magnetizare.

05—25—200 Curbă de magnetizare normală

Courbe d'aimantation normale; Normal magnetization curve; Kommutierungskurve (der Magnetisierung); Curva di magnetizzazione normale

Locul vîrfurilor diferitelor cicluri simetrice de isteresis obținute prin varierea limitelor cîmpului magnetizat.

05—25—205 Inducție normală

Induction normale; Normal induction; Induktion aus der Kommutierungskurve; Induzione normale

Valoarea inducției obținută cu ajutorul curbei de magnetizare normală. În practică, în cazul substanțelor feromagnetice, cînd se vorbește de inducție, fără alt calificativ, e vorba de inducție normală.

05—25—210 Permeabilitate normală

Perméabilité normale ; Normal permeability ; Permeabilität aus der Kommutierungskurve; Permeabilità normale

Permeabilitate corespunzînd inducției normale. În practică, în cazul substanțelor feromagnetice, cînd se vorbește de permeabilitate, fără alt calificativ, e vorba de permeabilitate normală.

05—25—215 Isterezis magnetic

Hystérésis magnétique; Magnetic hysteresis; Magnetische Hysterese (oder Hysteresis) ; Isteresi magnetica

Fenomenul corespunzător căruia magnetizarea corpurilor feromagnetice depinde nu numai de valoarea actuală a cîmpului ci și de stările magnetice anterioare.

05—25—220 Ciclu de isterezis

Cycle d'hystérésis; Hysteresis loop; Hystereseschleife, Hysteresisschleife; Ciclo di isteresi

Curbă închisă care reprezintă succesiunea valorilor inducției magnetice sau ale intensității de magnetizare într-un corp feromagnetic, cînd cîmpul magnetizant e supus unei variații periodice.

05—25—225 Remanență magnetică

Rémanence; Residual magnetism; Remanenter Magnetismus; Magnetismo residuo

Proprietatea corpurilor feromagnetice de a conserva o anumită inducție după suprimarea cîmpului magnetizant.

05—25—230 Inducție remanentă

Induction rémanente; Residual flux density; Zürückbleibende Induktion, Remanenz; Induzione residua, Rimanenza

Valoarea inducției care subsistă după suprimarea cîmpului magnetizant.

05—25—235 Magnetizație remanentă

Aimantation résiduelle, Aimantation rémanente; Residual magnetization, Remanence; Remanenz, zurückbleibende Magnetisierung; Magnetizzazione residua

Magnetizația care subsistă într-un corp feromagnetic după suprimarea cîmpului magnetizant.

05—25—240 Cîmp coercitiv

Champ coercitif; Coercive force; Koerzitivkraft; Forza coercitiva

Cîmpul magnetic necesar pentru a anula inducția unui corp feromagnetic prealabil magnetizat.

05—25—245 Viscozitate magnetică

Viscosité magnetique, Traînage magnétique; Magnetic viscosity, Magnetic creep; Magnetische Nachwirkung, magnetische Relaxation; Viscosità magnetica

Fenomenele conform cărora variațiile magnetizației unei substanțe feromagnetice nu urmăresc în timp acelea ale

cîmpului care le produce decît cu o întîrziere care depinde de viteza de variație a cîmpului.

05—25—250 Magnetostricțiune

Magnétostriction; Magnetostriction; Magnetostriktion; Magnetostrizione

Fenomen de deformare elastică care însoțește magnetizarea. [61].

05—25—255 Cîmp demagnetizant

Champ démagnétisant; Demagnetizing field; Entmagnetisierendes Feld; Campo smagnetizzante

Cîmpul interior unui magnet, de direcție în general opusă aceleia a inducției și rezultînd din distribuția maselor magnetice ale acestui magnet. [62].

05—5—260 Coeficient demagnetizant

Facteur demagnétisant; Demagnetization factor; Entmagnetisierungsfaktor; Coefficiente di smagnetizzazione

Factorul cu care trebuie multiplicată magnetizația mijlocie a unei bare feromagnetice, situată într-un cîmp uniform pentru a obține valoarea cîmpului demagnetizant.

SECȚIUNEA 30 — ELECTROMAGNETISM, ELECTRODINAMICĂ

05—30—005 Electromagnetism

Electromagnétisme; Electromagnetism; Elektromagnetismus; Elettromagnetismo

Partea științei care tratează despre relațiile dintre electricitate și magnetism.

05—30—010 Tensiune magnetomotoare (în lungul unei curbe închise), **Forță magnetomotoare**

Force magnétomotrice le long d'une ligne fermée ; Magnetomotive force (along a closed curve); Magnetomotorische Kraft (entlang einer geschlossenen Linie); Forza magnetomotrice lungo una linea chiusa

Circulația vectorului cîmp magnetic în lungul acestei linii (mărime pseudoscalară).

05—30—015 Tensiune magnetică

Différence de potentiel magnétique, Tension magnétique : Magnetic potential difference ; Magnetische Potentialdifferenz, magnetische Spannung; Differenza di potenziale magnetico, Tensione magnetica

Integrala de linie a cîmpului magnetic între două puncte.

05—30—020 Circuit magnetic

Circuit magnétique; Magnetic circuit; Magnetischer Kreis; Circuito magnetico

Ansamblu de medii consistînd în principal din substanțe feromagnetice, care constituie un circuit închis și care pot fi sediul unui flux de inducție magnetică.

05—30—025 Permeanță

Perméance; Permeance; Magnetischer Leitwert, Permeanz; Permeanza

Inversul reluctanței.

05—30—030 Reluctanță

Réluctance; Reluctance; Magnetischer Widerstand, Reluktanz; Riluttanza

Cîtul tensiunii magnetomotoare aplicată unui circuit magnetic prin fluxul de inducție produs.

05—30—035 Electromagnet

Electroaimant; Electromagnet; Elektromagnet; Elettromagnete

Ansamblu format dintr-un miez feromagnetic și o bobină, care nu produce efecte magnetice sensibile decît cînd bobina e parcursă de un curent electric.

05—30—040 Miez magnetic

Noyau magnétique ; Magnetic core ; Magnetkern ; Nucleo magnetico

Partea unui circuit magnetic înconjurată de înfășurare.

05—30—045 Culasă ; jug

Culasse; Yoke; Joch; Giogo

Piesă de material feromagnetic neînconjurată de înfășurare care leagă miezurile unui electromagnet, unui transformator sau polii unei mașini.

05—30—050 Armatură de magnet permanent

Armature d'un aimant permanent; Armature of a permanent magnet ; Anker eines Dauermagneten (oder Dauermagnets); Armatura di un magnete permanente

Piesă magnetică care se plasează la capetele unui magnet permanent pentru a reduce reluctanța și a asigura conservarea magnetizării. [63].

05—30—055 Armatură de electromagnet

Armature d'un électro-aimant; Armature of an electromagnet, Keeper; Anker eines Elektromagneten (oder Elektromagnets); Armatura di un elettromagnete

Piesă magnetică plasată astfel încît să se poată mișca sub acțiunea magnetică a unui electromagnet.

05—30—060 Întrefier

Entrefer; Air gap; Luftspalt; Traferro

Întrerupere de mică lungime a părții feromagnetice a unui circuit magnetic.

05—30—065 Excitație

Excitation; Excitation; Erregung; Eccitazione

Producerea unui flux magnetic într-un circuit magnetic cu ajutorul curentului electric. Acest termen e folosit uneori ca sinonim al tensiunii magnetomotoare care produce fluxul într-un electromagnet.

05—30—070 Solenoid ideal

Solénoïde d'Ampère; Ideal solenoid; Ideales zylindrisches Solenoid; Solenoide di Ampère

Bobină cilindrică cu un strat ale cărei spire sînt presupuse ortogonale pe axă și la distanță egală între ele.

05—30—075 Solenoid

Solénoïde; Solenoid; Solenoid; Solenoide

Bobină cilindrică înfășurată după o elice cu pas mic.

05—30—080 Electrodinamică

Electrodynamique (substantif) ; Electrodynamics ; Elektrodynamik; Elettrodinamica

Partea științei care tratează despre acțiunile dintre curenți electrici. [64].

05—30—085 Electrodinamic (-ă)

Electrodynamique (adjectif) ; Electrodynamics ; Elektrodynamik; Elettrodinamica

Se spune despre o acțiune sau o forță care se manifestă între curenți electrici.

05—30—090 Inducție electromagnetică

Induction électromagnétique; Electromagnetic induction; Induktion (svorgang); Induzione elettromagnetica

Producerea de tensiune electromotoare
a) Într-un circuit închis, de către variația fluxului magnetic pe care îl cuprinde;
b) Într-un element de circuit mobil de către fluxul de inducție tăiat de element. [65]

05—30—095 Inducție proprie ; autoinducție

Induction propre, Auto-induction, self-induction ; Self-induction; Selbsinduktion; Autoinduzione
Producerea de tensiune electromotoare într-un circuit prin variația curentului care parcurge același curent.

05—30—100 Inductivitate proprie ; inductanță proprie

Inductance propre, Coefficient d'induction propre, Coefficient de self induction; Self-inductance, Coefficient of self-induction; (Selbst-) Induktivität, (selbst-) Induktionskoeffizient; Induttanza propria, Autoinduttanza, Coefficiente di autoinduzione
Pentru un circuit închis cîtul prin curentul care parcurge circuitul al fluxului magnetic total produs de acest curent și cuprins de circuit, sau cîtul energiei magnetice a circuitului prin jumătatea patratului curentului care parcurge circuitul.

05—30—105 Inducție mutuală

Induction mutuelle ; Mutual induction (between circuits); Gegenseitige Induktion; Induzione mutua
Producerea unei tensiuni electromotoare într-un circuit prin variațiile curentului care parcurge alt circuit.

05—30—110 Inductivitate mutuală ; inductanță mutuală

Inductance mutuelle, Coefficient d'induction mutuelle; Mutual inductance; Gegeninduktivität, Koeffizient der gegenseitigen Induktion; Induttanza mutua, Coefficiente di mutua induzione
Cîtul fluxului de inducție magnetică pe care curentul unui circuit îl produce în alt circuit, prin intensitatea curentului în primul circuit.

05—30—115 Coeficient de cuplaj inductiv (între două circuite)

Facteur de couplage inductif de deux circuits; Coefficient of inductive coupling between two circuits; Kopplungsfaktor; Coefficiente di accopiamento di due circuiti
Raportul dintre inductivitatea mutuală a circuitelor și media geometrică a inductivităților proprii.

05—30—120 Legea lui Faraday

Loi de Faraday ; Faraday's law ; Induktionsgesetz ; Legge di Faraday
Lege fundamentală a inducției electromagnetice după care tensiunea electromotoare indusă într-un circuit filiform închis e proporțională cu derivata în raport cu timpul a fluxului magnetic cuprins de circuit. Sensul e dat de legea lui Lenz (v. 05—30—125).

05—30—125 Legea lui Lenz

Loi de Lenz; Lenz's law; Lenzsche Regel, Lenzsches Gesetz; Legge di Lenz
Tensiunea electromotoare indusă (v.05—30—120) tinde să producă un curent de un astfel de sens încît să se opună cauzei care-l produce.

05—30—130 Legea lui Biot și Savart [66]

Loi de Biot et Savart; Biot and Savart's law; Biot Savartsches Gesetz; Legge di Biot e Savart
Legea exprimînd cîmpul magnetic produs într-un punct de un curent rectiliniu indefinit (text francez).
Legea care dă cîmpului magnetic produs într-un punct de un element purtător de curent (text englez).

05—30—135 Legea lui Laplace

Loi de Laplace; Laplace's law; Laplacesches Gesetz, Linke-Hand-Regel; Legge di Laplace
Lege care exprimă forța care se exercită asupra unui element de curent plasat într-un cîmp magnetic (v.05—25—030).

SECȚIUNEA 35 — UNITĂȚI ȘI SISTEME DE MĂSURĂ

05—35—005 Sisteme de unități

Système d'unités; System of units; Einheitensystem; Sistema di unità
Ansamblu coordonat de unități de măsură.

05—35—010 Unități fundamentale

Unités fondamentales; Fundamental units; Grundeinheiten; Unità fondamentali
Unități considerate ca independente și alese arbitrar pentru a servi de bază unui sistem de unități.

05—35—015 Unități derivate

Unités dérivées ; Derived units ; Abgeleitete Einheiten ; Unità derivate
Unități deduse din unitățile fundamentale.

05—35—020 Sistem CGS

Système CGS ; CGS system ; CGS-System ; Sistema CGS
Sistem în care centimetrul, gramul și secunda sînt unitățile fundamentale de lungime, de masă și de timp.

05—35—025 Sistem electrostatic

Système électrostatique ; Electrostatic system ; Elektrostatisches System; Sistema elettrostatico
Sistem de unități pentru mărimile electrice și magnetice în care permitivitatea vidului e luată fără dimensiuni și egală cu unitatea. [67]

05—35—030 Unitate de sarcină electrică în sistemul electrostatic

Unité de quantité d'électricité dans le système électrostatique; Unit quantity of electricity in the electrostatic system; Elektrostatische Ladungseinheit, Ladungseinheit im System; Unità di carica elettrica nel sistema elettrostatico
Cantitatea de electricitate pozitivă sau negativă care concentrată în vid într-un punct situat la un centimetru de o sarcină identică o respinge cu o forță de o dynă. [68]

05—35—035 Sistem electromagnetic

Système électromagnétique ; Electromagnetic system ; Elektromagnetisches System ; Sistema elettromagnetico
Un anumit sistem de unități pentru mărimile electrice și magnetice în care permeabilitatea vidului e luată fără dimensiuni și egală cu unitatea. [67]

05—35—040 Unitatea de masă magnetică în sistemul electromagnetic

Unité de masse magnétique dans le système électromagnétique; Unit magnetic mass in the electromagnetic system ; Elektromagnetische Polstärkeneinheit, Polstärkeneinheit im elektromagnetischen Feld ; Unità di massa magnetica nel sistema elettromagnetico
Masa magnetică care, concentrată în vid într-un punct situat la un centimetru de o masă identică o respinge cu o forță de o dynă. [69]

05—35—045 Sistem practic

Système pratique; Practical system; Praktisches System; Sistema pratico
Un sistem ale cărui unități sînt multiplii sau submultiplii în puteri întregi ale lui 10, ale unităților corespunzătoare ale sistemului electromagnetic CGS. La unele din aceste unități s-au atribuit nume de persoane. (v. termenul 05—35—085).

05—35—050 Sistem Giorgi, sistem MKSA

Système Giorgi, Système MKSA; *Giorgi system,* MKSA *system; Giorgi-System,* MKSA-*System; Sistema Giorgi, Sistema MKSA*

Sistem în care unităţile principale sînt metrul, kilogramul, secunda şi amperul. [70]

05—35—055 Hertz

Hertz ; Cycle per second, Hertz ; Hertz ; Hertz, Periodo al secondo

Unitate de frecvenţă bazată pe secundă ca unitate de timp.

05—35—060 Newton

Newton; Newton; Newton; Newton

Forţă care produce asupra unei mase de un kilogram o acceleraţie de un metru pe secundă pe secundă. [71]

05—35—065 Dynă

Dyne; Dyne; Dyn; Dina

Unitate de forţă în sistemul CGS: forţa producînd asupra masei de un gram o acceleraţie de un centimetru pe secundă pe secundă.

05—35—070 ERG

Erg; Erg; Erg; Erg

Unitate de lucru mecanic în sistemul CGS: lucrul mecanic produs de forţa de o dynă pentru o deplasare a punctului său de aplicaţie cu un centimetru în direcţia forţei.

05—35—075 Barye, microbar

Barye ; Barye ; Dyn/cm², Mikrobar ; Baria

Unitate de presiune în sistemul CGS egală cu o dynă pe centimetru patrat, adoptată la Congresul internaţional de fizică din 1900. [72]

05—35—080 Prefixuri ale sistemelor decimale

Préfixes des systèmes décimaux; Prefixes used in the metric system; Vorsätze für dezimale Vielfache und Teile, Dezimalpräfixe; Prefissi dei sistemi decimali

Prefixe	Simbol	Sens	Prefixe	Simboli	Sens
tera	T	10^{12}	deci	d	10^{-1}
giga	G	10^{9}	centi	c	10^{-2}
mega	M	10^{6}	mili	m	10^{-3}
miria	ma	10^{4}	micro	μ	10^{-6}
kilo	k	10^{3}			
hecto	h	10^{2}	nano	n	10^{-9}
deca	da	10	pico	p	10^{-12}

05—35—085 Unităţi electrice practice

Unités électrique pratiques ; Practical electrical units ; Praktische elektrische Einheiten; Unità elettriche pratiche

Numerele din coloana a treia sînt rapoartele unităţii electromagnetice CGS către unitatea practică (unitatea Giorgi)

Mărime	Nume	
rezistenţă	ohm	10^{-9}
tensiune	volt	10^{-8}
curent	amper	10
sarcină	coulomb	10
capacitate	farad	10^{-9}
inductivitate	henry	10^{-9}
flux magnetic	weber	10^{-8}
energie	joule	10^{-7}
putere	watt	10^{-7}
puterea reactivă	var	10^{-7}
putere aparentă	voltamper	10^{-7}

05—35—090 Unităţi electromagnetice CGS adoptate de C.E.I. (reuniunea de la Oslo 1930) [73]

Unités électromagnétiques CGS adoptés par la CEI; Electromagnetic CGS units approved by the IEC. ; Elektromagnetische CGS-Einheiten; Unità elettromagnetiche CGS

Mărimi	Nume
intensitatea cîmpului magnetic	oersted
inducţie magnetică	gauss
flux magnetic	maxwell
tensiune magnetomotoare	gilbert

05—35—095 Sistem de unităţi electrice absolute

Système d'unités électriques absolues; Absolute system of electrical units; System der absoluten elektrischen Einheiten ; Sistema di unità elettriche assolute

Sistem de unităţi bazate pe o definiţie electrodinamică a intensităţii curentului.

05—35—100 Unităţi electrice absolute

Unités électriques absolues, Absolute electrical units; Absolute elektrische Einheiten; Unità elettriche assolute

Amper (unitatea de intensitate de curent electric) ; intensitatea curentului constant care menţinut în două conductoare paralele, rectilinii, de lungime infinită, de secţiune circulară neglijabilă şi plasate la distanţa de 1 metru unul de altul în vid, ar produce între aceste conductoare o forţă egală cu 2.10^{-7} newtoni pe metrul de lungime.

Volt (unitatea de tensiune electrică, diferenţă de potenţial şi tensiune electromotoare): Tensiunea electrică care există între două puncte ale unui fir conductor purtînd un curent constant de 1 amper, cînd puterea disipată între aceste puncte e egală cu 1 watt.

Ohm (unitatea de rezistenţă electrică) : Rezistenţa electrică dintre două puncte ale unui conductor cînd o tensiune constantă de 1 volt aplicată între aceste două puncte, produce în conductor un curent de 1 amper, conductorul nefiind sediul nici unei tensiuni electromotoare.

Coulomb (unitatea de cantitate de electricitate) : Cantitatea de electricitate transmisă într-o secundă de un curent de un amper.

Farad (unitatea de capacitate electrică): Capacitatea unui condensator electric între armăturile căruia apare o diferenţă de potenţial electric de 1 volt, cînd e încărcat cu o cantitate de electricitate de 1 coulomb.

Henry (unitate de inductivitate electrică) : Inductivitatea unui circuit închis în care se induce o tensiune electromotoare de 1 volt cînd curentul care parcurge circuitul variază uniform cu 1 amper pe secundă. [74]

Weber (unitate de flux magnetic) ; Fluxul magnetic care traversînd un circuit cu o singură spiră, ar produce o tensiune electromotoare de 1 volt, dacă ar fi redus uniform la zero în timp de o secundă.

05—35—105 Unităţi practice uzuale

Unités pratiques usuelles ; Usual practical units ; Gebräuchliche praktische Einheiten; Unità pratiche usuali

Unităţi care nu sînt incluse direct între unităţile practice derivate din sistemul CGS, dar sînt utilizate în mod curent. [75]

Amperora (Ampère heure; Ampere-hour; Amperstunde; Amperora): Cantitatea de electricitate corespunzătoare trecerii unui amper timp de o oră, egală cu 3 600 coulombi.

Amperspiră (Ampère-tour; Ampere-turn; Amperewindung ; Amperespira) : Tensiunea magnetomotoare corespunzătoare trecerii curentului de un amper printr-o spiră a unui conductor. [76]

Wattoră (Wattheure; Watt-hour: Wattstunde; Wattora) : Energia dezvoltată în timp de o oră de o putere de un watt, egală cu 3 600 jouli.

Voltamperoră (Voltampèreheure; Volt-ampere-hour; Voltamperestunde; Voltamperora): Unitatea de energie aparentă în sistemul practic, egală cu 1 watt. [77]

05—35—110 Tabela unor anumite unități

Tableau de certaines unités; Table of certain units; Tafel über besondere Einheiten; Tabella di alcune unità

Numele mărimii	Numele unității			Simbol pentru unitate
	în sistemul MKSA	în sistemul CGS	în alte sisteme uzuale	
Frecvență	hertz	hertz		Hz
Turație			rotații pe sec.	rot/s
			rotații minut	rot/m
Viteză unghiulară			radian pe sec.	rad/s
Viteză liniară		centimetru pe secundă		cm/s
	metru pe secundă			m/s
Accelerație unghiulară			radian pe sec. pe secundă	rad/s²
Accelerație liniară		centimetru pe secundă pe secundă		cm/s²
	metru pe secundă pe secundă			m/s²
Acțiune (Constanta lui Planck)	joule secundă	erg-secundă		
Energie și lucru mecanic		erg		
	joule			J
			wattoră	Wh
Densitate de energie		erg pe centimetru cub		
	joule pe metru cub			J/m³
Putere		erg pe sec.		
	watt			W
Masa		grame		g
	kilogram			kg
Forță		dină		dyn
	newton			N
Presiune		dină pe centimetru pătrat		dyne/cm²
	newton pe metru patrat			N/m²
Temperatură			grad Celsius	°C
			grad Kelvin	°K
Tensiune, diferență de potențial sau tensiune electromotoare	volt			V
Cantitate de electricitate sau sarcină electrică	coulomb		amperoră	Ah
				C
Capacitate	farad			F
Curent	amper			A
Conductanță	siemens			S
Rezistență	ohm			Ω
Inductanță	henry			H
Putere reactivă	var			var
Tensiune magnetomotoare		gilbert		Gb
	amper			A
Cîmp magnetic	amper pe metru			A/m
		oersted		Oe
Flux magnetic	weber			Wb
		maxwell		Mx
Inducție magnetică *	weber pe metru patrat [78]			Wb/m²
		gauss		Gs

SECȚIUNEA 40 — TERMENI CARACTERISTICI

05—40—005 Rezistență efectivă, rezistență în curent alternativ

Résistance effective, Résistance en courant alternatif; Effective resistance. Resistance to alternating current: Wirkwiderstand: Resistenza effettiva, Resistenza in corrente alternata.

Cîtul puterii disipate prin pătratul valorii efective a curentului. În curent sinusoidal, cîtul componentei tensiunii în fază cu curentul prin intensitatea acestui curent.

05—40—010 Reactanță inductivă *

Réactance inductive; Inductive reactance; Induktiver (Blind-) Widerstand, Induktanz; Reattanza induttiva

Produsul inductivității prin pulsație. [79]

05—40—015 Reactanță capacitivă *

Réactance capacitive; Capacitive reactance; Kapazitiver (Blind-) Widerstand, Kapazitanz; Reattanza capacitiva

Inversul cu semn schimbat al produsului capacității prin pulsație. [79]

05—40—020 Reactanță *

Réactance effective; Effective reactance; Blindwiderstand, Reaktanz; Reattanza effettiva

Cîtul componentei tensiunii în cuadratură cu curentul prin intensitatea acestui curent. [79]

05—40—025 Impedanță *

Impédance; Impedance; Scheinwiderstand, Impedanz; Impedenza

Cîtul tensiunii la bornele unui circuit prin curentul care îl parcurge.

05—40—030 Impedanță complexă *

Impédance complexe; Complex impedance; Komplexer (Schein-) Widerstand; Impedenza complessa

Mărime complexă avînd ca modul impedanța și ca argument defazajul între curent și tensiune. Argumentul e pozitiv cînd tensiunea e defazată înainte față de curent.

05—40—035 Admitanță *

Admittance; Admittance; Scheinleitwert, Admittanz; Ammettenza

Cîtul curentului care parcurge un circuit prin tensiunea la borne. Inversul impedanței.

05—40—040 Admitanță complexă *

Admittance complexe d'un circuit; Complex admittance; Komplexer (Schein)- Leitwert; Ammettenza complessa di un circuito

Mărime complexă avînd ca modul admitanța și ca argument defazajul între tensiune și curent. Argumentul e pozitiv cînd curentul e defazat înaintea tensiunii.

05—40—045 Conductanță *

Conductance; Conductance; Wirkleitwert, Konduktanz; Conduttanza

Cîtul componentei curentului în fază cu tensiunea la borne a unui circuit prin această tensiune.

05—40—050 Susceptanță *

Susceptance; Susceptance; Blindleitwert, Suszeptanz; Suscettanza

Cîtul componentei curentului în cvadratură cu tensiunea la bornele unui circuit, prin această tensiune. [80]

Notă: Definițiile marcate cu asterisc sînt aplicabile numai în curent sinusoidal.

05—40—055 Circuit unifilar

Circuit unifilaire; Single-wire circuit; Eindrahtleitung; Circuito unifilare

Circuit constituit dintr-un singur fir, închizîndu-se prin masă sau prin pămînt.

05—40—060 Înfăşurare bifilară

Enroulement bifilaire; Bifilar winding; Bifilare Wicklung; Avvolgimento bifilare

Înfăşurarea constituită din două fire izolate şi juxtapuse pe care curentul le parcurge în sensuri opuse.

05—40—065 Înfăşurare diferenţială

Enroulement différentiel; Differential winding; Differentialwicklung; Avvolgimento differenziale

Termen utilizat pentru a descrie un sistem de două înfăşurări parcurse de curenţi distincţi şi ale căror acţiuni electromagnetice sînt de sensuri contrarii (ex.: galvanometrul diferenţial).

05—40—070 Conexiunea circuitelor

Couplages de circuits; Connections of circuits; Schaltungen; Collegamento di circuiti

În serie: Asociaţie de elemente conectate astfel încît să fie traversate de acelaşi curent.

În paralel: Vezi termenul 05—20—105.

În serie-paralel: Asociaţie de elemente din care unele sînt conectate în serie şi altele în paralel.

05—40—075 Sistem monofazat

Système monophasé; Single-phase system; Einphasensystem; Sistema monofase

Sistem alimentat cu o singură tensiune alternativă. [81]

05—40—080 Sistem polifazat (de mărimi), (tensiuni, curenţi)

Système (de grandeurs) polyphasé (tensions, courants); Polyphase system (of quantities) (voltages, currents); Mehrphasensystem; Sistema (di grandezze) polifase (tensioni, correnti)

Ansamblu de *n* mărimi sinusoidale de aceeaşi natură avînd aceeaşi frecvenţă şi fiind defazate unele faţă de altele.

05—40—085 Sistem difazat (de mărimi)

Système (de grandeurs) diphasé; Two-phase system; Zweiphasensystem; Sistema (di grandezze) bifase

Sistem constituit de două mărimi sinusoidale de aceeaşi valoare efectivă şi defazate una faţă de alta cu $\pi/2$. [82]

05—40—090 Sistem polifazat (de circuite)

Système (de circuits) polyphasé; Polyphase system (of circuits); Mehrphasensystem; Sistema (di circuiti) polifase)

Sistem de circuite parcurse fiecare de cîte unul din curenţii unui sistem polifazat de curenţi.

05—40—095 Sistem polifazat simetric sau echilibrat (de mărimi) [83]

Système (de grandeurs) polyphasé, équilibré ou symétrique; Polyphase system (of quantities) in equilibrium or symmetrical; Symmetrisches Mehrphasensystem; Sistema (di grandezze) polifase, equilibrato o simmetrico

Sistem de *n* mărimi sinusoidale de aceeaşi frecvenţă, de aceeaşi valoare efectivă şi astfel că două mărimi consecutive sînt deplasate una faţă de alta cu un multiplu al intervalului unghiular $2\pi/n$. [84]

05—40—100 Ordinul unui sistem polifazat simetric (de mărimi)

Ordre d'un système (de grandeurs) polyphasé symétrique; The order of a polyphase symmetrical system of quantities; —; Ordine di un sistema (di grandezza) polifase simmetrico

Numărul de intervale unghiulare care separă doi vectori purtînd numere succesive de ex.: dacă vectorii V_p şi V_{p+1} sînt separaţi prin *m* intervale unghiulare, sistemul polifazat e de ordinul *m*.

05—40—105 Sistem polifazat echilibrat sau simetric (de circuite) [85]

Système (de circuits) polyphasé, équilibré ou symétrique; Balanced polypase system (of quantities); Symmetrisches Mehrphasensystem; Sistema (di circuiti) polifase, simmetrico o equilibrato

Sistem de *n* circuite avînd impedanţe complexe egale şi destinate să fie parcurse de *n* curenţi formînd un sistem polifazat simetric.

05—40—110 Conexiunile circuitelor polifazate

Connexions des circuits poliphasés; Connections of polyphase circuits; Mehrphasenschaltungen; Collegamento dei circuiti polifasi

În stea *(En étoile; Star; Stern (schaltung))*

Conexiune de aparate polifazate care consistă în legarea la un punct comun a unei extremităţi a fiecăreia dintre înfăşurările, conductoarele sau aparatele corespunzînd unei faze, cealaltă extremitate fiind destinată legăturii la conductorul corespunzător al reţelei. În sistemele trifazate această conexiune e numită uneori conexiune în Y.

În poligon *(Polygonale; Mesh; Polygon(schaltung))*

Conexiune în serie a înfăşurărilor unui sistem polifazat efectuate astfel încît să realizeze un circuit închis. În sistemele trifazate această conexiune se numeşte conexiune în triunghi *(En triangle; Delta connection; Dreieck (schaltung))*.

Zig-zag *(Zig-zag; Zig-zag or interconnected star; Zickzackschaltung)*. Conexiune în stea a înfăşurărilor polifazate la care fiecare ramură e compusă din înfăşurări care sînt sediul unor tensiuni electromotoare de faze diferite.

05—40—115 Tensiune de fază a unei înfăşurări (a unei maşini sau a unui aparat)

Tension par phase d'enroulement (d'une machine ou d'un appareil); Phase voltage of winding (of a machine or apparatus); Phasenspannung, Strangspannung; Tensione di fase di un avvolgimento (di una macchina o di apparecchio)

Tensiunea dintre extremităţile unei faze ale maşinii sau aparatului.

05—40—120 Tensiune stelată

Tension étoilée; Voltage to neutral; Sternspannung, Leiter-Sternpunkt-Spannung, Leitererdspannung; Tensione stellata

Tensiunea dintre un conductor de fază a unui sistem polifazat şi un punct neutru real sau artificial.

05—40—125 Tensiune compusă a unui sistem polifazat

Tension composée d'un système polyphasé; Voltage between lines of a polyphase system; Verkettete Spannung, Leiterspannung; Tensione concatenata (di un sistema polifase).

Tensiunea dintre două conductoare de faze diferite ale unui sistem polifazat. Dacă numărul de faze e mai mare ca 3. există mai multe tensiuni compuse.

05—40—130 Tensiune poligonală a unui sistem polifazat

Tension polygonale d'un système polyphase; Polygonal voltage of a polyphase system; Polygonspannung (Vorschlag); Tensione poligonale di un sistema polifase

Cea mai mică dintre tensiunile compuse ale sistemului.

05—40—135 Tensiune diametrală a unui sistem polifazat (cu număr par de faze)

Tension diamétrale d'un système polyphasé à nombre de phases pair; Diametral voltage of a polyphases system (with an even number of equal phases); Durchmesserspannung; Tensione diametrale di un sistema polifase (a numero di fasi pari)

Cea mai mare dintre tensiunile compuse ale sistemului.

05—40—140 Punct neutru

Point neutre; Neutral point; 1. *Sternpunkt;* 2. *Nullpunkt, Erdpunkt; Punto neutro*

1. Punctul comun al conductoarelor unui sistem polifazat în stea.

2. Punctul unui sistem simetric care are în mod normal potențialul zero și e adesea legat la pământ. [86]

05—40—145 Bornă neutră (a unei mașini sau a unui transformator polifazat)

Borne neutre (d'une machine ou d'un transformateur polyphasé); Neutral terminal (of a polyphase machine or transformer); Sternpunktsklemme; Morsetto di neutro (di una macchina o di un transformatore polifasi)

Bornă legată la punctul neutru al unei mașini sau a unui aparat polifazat montat în stea.

05—40—150 Sistem policiclic

Système polycyclique; Multi-frequency system; Mehrfrequenzsystem; Sistema policiclico

Sistem în care se suprapun curenți de frecvențe diferite.

05—40—155 Pământ

Terre; Earth; Erde; Terra

Masa conductoare a pământului, sau orice conductor legat la ea printr-o impedanță neglijabilă.

05—40—160 Masa unui aparat

Masse d'un appareil; Frame of an apparatus; Gehäuse, Masse; Massa di un apparecchio

Ansamblul pieselor metalice ale unui aparat care sînt în mod normal izolate de părțile sub tensiune și sînt legate la batiul sau suportul aparatului.

05—40—165 Punere la pământ accidentală

Contact à la terre; Earth fault; Erdschluss; Contatto a terra

Legătură accidentală a unui conductor cu pământul. Cînd impedanța acestei legături e neglijabilă, legătura se numește „pământ franc".

05—40—170 A pune la pământ

Mettre à la terre; To earth; Erden; Mettere a terra

A lega un conductor la pământ.

05—40—175 A pune la masă

Mettre à la masse; To connect to frame; Mit dem Gehäuse verbiden, an Masse legen; Mettere a massa

A lega un conductor la batiul unei mașini sau la o masă metalică îndeplinind funcțiunea de pământ.

05—40—180 Priză de pământ

Prise de terre; Earth electrode; Erder, Erdelektrode; Presa di terra (dispersore).

Conductor sau ansamblu de conductoare, îngropate, folosite pentru stabilirea unei legături cu pământul.

05—40—185 Circuit de pământ

Circuit de terre; Earthed circuit; Geerdeter Kreis; Circuito di terra

Ansamblu de conductoare care au unul sau mai multe puncte legate în permanență la pământ.

05—40—190 Rezistență de punere la pământ [87]

Résistance de terre; Resistance of an earthed conductor, Earth resistance; Erdungswiderstand; Resistenza di terra

Rezistența dintre un conductor pus la pământ și un punct al acestuia suficient de depărtat (text francez).

Tensiunea dintre conductor și masa pământului de la un punct suficient de depărtat, împărțită prin curentul din conductor (text englez).

05—40—195 Curent de punere la pământ

Courant ou perte à la terre; Earth leakage current; Erdschlusstrom; Corrente di terra

Curent derivat la pământ ca urmare a unei izolații imperfecte.

05—40—200 Rezistență de izolație

Résistance d'isolement; Insulation résistance; Isolationswiderstand; Resistenza di isolamento

Rezistența măsurată în condiții specificate între două conductoare sau două sisteme de conductoare separate în mod normal printr-un izolant.

05—40—205 Rezistență de izolație lineică

Isolement linéique; Resistance per unit lenght; Isolationswiderstandsbelag; Isolamento lineare

Se spune de izolația unui conductor izolat (fir sau cablu) raportată la o anumită lungime convențională.

05—40—210 Defect de izolație

Défaut d'isolement; Insulation fault; Isolationsfehler; Difetto di isolamento

O scădere anormală a rezistenței de izolație.

05—40—215 Rezistență de contact

Résistance de contact; Contact resistance; Übergangs-, Kontaktwiderstand; Resistenza di contatto

Cîtul diferenței de potențial între două suprafețe în contact prin curentul care le traversează în absența oricărei tensiuni electromotoare locale.

05—40—220 A închide [a deschide] un circuit

Fermer [ouvrir] un circuit; To close [to open] a circuit; Einen Stromkreis schliessen [öffnen]; Chiudere [aprire] un circuito

A stabili [a suprima] legăturile conductoare care permit trecerea curentului.

05—40—225 Scurt-circuit

Court-circuit; Short circuit; Kurzschluss; Corto circuito

Legătură voluntară sau accidentală între două puncte ale unui circuit printr-o impedanță neglijabilă Termenul e utilizat ades pentru ansamblul fenomenelor care însoțesc punerea în scurt circuit a punctelor cu potențiale diferite. [88]

SECŢIUNEA 41 — TERMENI REFERITORI LA REGIMURILE DE FUNCŢIONARE ALE MAŞINILOR ŞI APARATELOR

05—41—005 Regim

Régime; Operating conditions; Betrieb(sverhältnisse); Regime

Ansamblul mărimilor electrice şi mecanice caracterizînd funcţionarea unei maşini, a unui aparat sau a unei reţele la un moment dat.

05—41—010 Nominal

Nominal; Rated; Nenn-; Nominale

Calificativ pentru o mărime care figurează în specificaţia unei maşini sau a unui aparat.

05—41—015 Regim nominal

Régime nominal; Rating; Nennbetrieb; Regime nominale

Ansamblul mărimilor electrice şi mecanice atribuite de constructor unei maşini, unui aparat etc. pentru a defini funcţionarea sa în condiţii specifice şi indicate pe placa indicatoare.

05—41—020 Serviciu (al unei maşini sau al unui aparat)

Service (d'une machine ou d'un appareil); Duty (of a machine or apparatus); Betrieb (sart); Servizio (di una macchina o di un apparecchio

O stipulare a regimurilor la care e supusă o maşină sau un aparat, a duratelor respective şi a ordinei lor de succesiune în timp.

05—41—025 Serviciu tip

Service type; Type of duty; (Grundform der) Betriebsart; Servizio tipo.

Serviciu convenţional comportînd unul sau mai multe regimuri constante de durate specificate.

05—41—030 Serviciu continuu

Service continu; Continuous duty; Dauerbetrieb mit gleichbleibender Belastung); Servizio continuo

Serviciu permanent de regim constant [89]

05—41—035 Serviciu neîntrerupt

Service ininterrompu; Uninterrupted duty; Dauerbetrieb mit veränderlicher Belastung, Servizio ininterrotto

Serviciu permanent în care se succed regimuri diverse [89]

05—41—040 Serviciu temporar

Service temporaire;Short-time duty; Kurzzeitiger Betrieb (mit gleichbleibender Belastung); Servizio temporaneo

Serviciu de regim constant de durată determinată, mai mică decît aceea necesară pentru a atinge echilibrul termic în serviciu permanent la acest regim, urmat de un repaus suficient de îndelungat pentru ca să se restabilească egalitatea de temperatură cu mediul ambiant.

05—41—045 Serviciu nominal

Service nominal; Rated duty; Nennbetriebsart; Servizio nominale

Serviciul în vederea căruia a fost proiectată maşina sau aparatul.

05—41—050 Condiţii de funcţionare

Conditions de fonctionnement; Service conditions; Betriebsbedingungen; Condizioni di funzionamiento

Factori exteriori (altitudine, temperatură a aerului ambiant, variaţie de tensiune etc.) care pot influenţa funcţionarea unei maşini sau a unui aparat.

05—41—055 Mărime nominală (a unei maşini sau a unui aparat)

Grandeur nominale (d'une machine ou d'un appareil); Rated quantity (of a machine or apparatus); Nennwert; Grandezza nominale (di una macchina o di un apparecchio)

Mărime (curent, tensiune, frecvenţă etc.) utilizată pentru a caracteriza o maşină sau un aparat şi a cărei valoare numerică intră în definiţia regimului nominal.

05—41—060 Valoare corespunzătoare regimului nominal (a unei mărimi)

Valeur (d'une grandeur correspondant au régime nominale); Value (of a quantity corresponding to rating); Wert bei Nennbetrieb, Nennwert; Valore di una grandezza corrispondente al regime nominale

Valoare numerică în regim nominal, a unei mărimi care nu intră în definiţia acestui regim. Ex.; Curentul are *valoare nominală* în cazul generatoarelor şi o *valoare corespunzătoare regimului nominal* în cazul motoarelor. Viteza de rotaţie are o *valoare nominală* la maşinile sincrone şi *o valoare corespunzătoare regimului nominal* la maşini asincrone.

05—41—065 Curent nominal (al unei maşini sau al unui aparat)

Courant nominal (d'une machine ou d'un appareil); Rated current (of a machine or apparatus); Nennstrom; Corrente nominale (di una macchina o di un apparecchio)

Valoarea curentului care figurează în specificaţia maşinii sau aparatului şi după care se determină condiţiile de încălzire şi de funcţionare ale maşinii sau aparatului.

05—41—070 Tensiune nominală (a unei maşini sau a unui aparat)

Tension nominale (d'une machine ou d'un appareil); Rated voltage (of a machine or apparatus); Nennspannung; Tensione nominale (di una machina o di un apparecchio)

Tensiune care figurează în specificaţia maşinii sau aparatului şi după care se determină condiţiile de încercare şi tensiunile limită de utilizare ale maşinii sau aparatului.

05—41—075 Frecvenţă nominală (a unei maşini sau a unui aparat)

Fréquence nominale (d'une machine ou d'un appareil); Rated frequency (of a machine or apparatus); Nennfrequenz; Frequenza nominale (di una macchina o di un apparecchio)

Frecvenţă care figurează în specificaţia maşinii sau aparatului şi după care se determină condiţiile de încercare şi frecvenţele limită de utilizare ale maşinii sau aparatului.

05—41—080 Placă indicatoare

Plaque signalétique; Rating plate; Leistungsschild; Targa caratteristica

Placă fixată pe o maşină sau pe un aparat specificînd serviciul său nominal şi valorile mărimilor regimului său nominal.

05—41—085 Încălzire, supratemperatură

Echauffement; Temperature rise; Übertemperatur, Erwärmung; Riscaldamento

Diferenţa între temperatura într-un punct considerat şi temperatura de referinţă a mediului.

05—41—090 Coeficient de temperatură

Coefficient de température; Temperature coefficient; Temperaturkoeffizient; Coefficiente di temperatura

1. Între două temperaturi determinate (coeficient mediu): cîtul variației relative a mărimii considerate prin diferența de temperatură care produce această variație.

2. La o temperatură dată: valoarea limită a coeficientului mediu cînd diferența de temperatură tinde către zero.

05—41—095 Încercări de omologare

Essais de qualification, Essais d'homologation; Prototype tests; Typenprüfung(en); Prove di omologazione

Ansamblul încercărilor efectuate asupra unui singur aparat (sau mașină) sau asupra mai multor aparate de același model, cu scopul de a stabili dacă din punctul de vedere al concepției, al dimensionării, al calității materiilor prime și al execuției, modelul considerat corespunde ansamblului condițiilor de proiectare și funcționare specificate.

05—41—100 Încercări de tip

Essais de type; Type tests; Typenteilprüfung; Prove di tipo

Una din încercările de omologare efectuate numai asupra unui aparat, sau asupra unui mic număr de aparate de același tip.

05—41—105 Încercări individuale

Essais individuels; Routine tests; Stückprüfung(en), Einzelprüfung; Prove di selezione

Încercări de omologare efectuate asupra tuturor aparatelor unei furnituri.

05—41—110 Încercări prin sondaj; încercări de lot

Essais sur prélèvement; Sampling tests; (Prüfung von) Stichproben; Prove di campioni

Încercări efectuate asupra unui lot dintr-o furnitură.

05—41—115 Încercări de recepție

Essais de réception, Essais de recette; Acceptance tests; Abnahmeprüfung(en); Prove di accettazione

Ansamblul încercărilor efectuate în fața unei comisii de recepție, în vederea verificării calității unei furnituri.

05—41—120 Fenomene tranzitorii

Phénomènes transitoires; Transient phenomenus; Ausgleichsvorgänge; Fenomeni transitori

Fenomene care se manifestă la trecerea de la un regim la altul.

05—41—125 Supratensiune

Surtension; Over-voltage; Überspannung; Sovratensione

Tensiune anormală, superioară celei de serviciu.

05—41—130 Supracurent

Surintensité de courant; Over-current; Überstrom; Sovracorrente

Curent anormal, superior curentului de plină sarcină.

05—41—135 Curent activ *

Courant actif; Active current; Wirkstrom; Corrente attiva

Componenta curentului alternativ în fază cu tensiunea electromotoare sau cu tensiunea la borne.

05—41—140 Curent reactiv *

Courant réactif; Reactive current; Blindstrom; Corrente reattiva

Componenta curentului alternativ în cvadratură cu tensiunea electromotoare sau cu tensiunea la borne.

05—41—145 Curent magnetizant

Courant magnétisant; Magnetising current; Magnetisierungsstrom; Corrente magnetizzante

Curent necesar pentru a produce fluxul magnetic într-o mașină sau un aparat. Vezi termenul 05—25—115.

05—41—150 Putere activă

Puissance active; Active power; Wirkleistung; Potenza attiva

Puterea medie într-un circuit parcurs de un curent alternativ. În regim sinusoidal, e egală cu produsul tensiunii la borne sau a tensiunii electromotoare prin curentul activ.

05—41—155 Putere reactivă

Puissance réactive; Reactive power; Blindleistung; Potenza reattiva

Produsul tensiunii la borne sau a tensiunii electromotoare prin curentul reactiv. Puterea reactivă absorbită de un receptor e pozitivă cînd acesta e inductiv. [90].

05—41—160 Putere aparentă

Puissance apparente; Apparent power; Scheinleistung; Potenza apparente

Produsul valorii efective a curentului prin valoarea efectivă a tensiunii la borne sau a tensiunii electromotoare

05—41—165 Putere vectorială *

Puissance vectorielle; Vector power; (Schein)-Leistungszeiger, Leistungsvektor; Potenza vettoriale

Vectorul reprezentativ al puterii complexe.

05—41—170 Putere fluctuantă

Puissance fluctuante; Fluctuating power; Schwingleistung (propunere); Potenza fluttuante

Mărime vectorială al cărei vector reprezintă partea alternativă a puterii și se rotește cu o viteză egală cu dublul pulsației curentului. [91]

05—41—175 Putere complexă *

Puissance complexe; Complex power; Komplexe Leistung; Potenza complessa

Expresie care are puterea activă ca parte reală și puterea reactivă cu semn schimbat ca parte imaginară. [92]

05—41—180 Factor de putere

Facteur de puissance; Power factor; Leistungsfaktor; Fattore di potenza

Raportul dintre puterea activă și puterea aparentă

05—41—185 Sarcină

Charge; Load; Belastung, Last; Carico

Puterea activă sau aparentă debitată sau absorbită de o mașină sau de o rețea.

05—41—190 Sarcină nominală

Charge nominale, Plein charge; Nominal load, Full load; Nennlast, Vollast; Carico nominale, Pieno carico

Puterea pentru care a fost proiectată mașina.

05—41—195 Suprasarcină

Surcharge; Overload; Überlast; Sovracarico

Excesul sarcinii instantanee asupra sarcinii nominale.

Notă: Definițiile marcate cu asterisc nu sînt aplicabile decît în curent sinusoidal.

05—41—200 Sarcină echilibrată

Charge équilibrée; Balanced load; Symmetrische Belastung; Carico equilibrato

Sarcină distribuită egal între conductoarele sau grupele de conductoare ale unui sistem cu mai multe fire sau polifazat.

05—41—205 Mers în gol

Marche à vide; No-load operation; Leerlauf; Funzionamento a vuoto

Regimul de funcționare a unei mașini, transformator sau alt aparat cînd absoarbe putere fără să debiteze putere.

05—41—210 Curbe caracteristice

Courbes caractéristiques; Characteristic curves; Kennlinien; Curve caratteristiche

Curbe reprezentative ale relațiilor dintre anumite mărimi considerate în studiul mașinilor și aparatelor electrice.

SECȚIUNEA 42 — TERMENI UTILIZAȚI ÎN STUDIUL COORDONATELOR ȘI COMPONENTELOR SIMETRICE

05—42—005 Coordonate simetrice (ale unui sistem polifazat de mărimi)

Coordonnées symétriques d'un système de grandeurs polyphasé non équilibré; Symmetrical co-ordinates in a system of unbalanced polyphase quantities; Symmetrische Koordinaten (systeme); Coordinate simmetriche di un sistema di grandezze polifasi non equilibrato

Sisteme de mărimi polifazate simetrice în care se poate descompune un sistem polifazat neechilibrat.

05—42—010 Componentă a unui sistem simetric; componentă simetrică

Composante d'un système symétrique; Component of a symmetrical system; Komponente eines symmetrischen Systems; Componente di un sistema simmetrico

Una din mărimile constitutive ale unui sistem polifazat simetric.

05—42—015 Sistem polifazat direct [invers]

Système polyphasé direct [inverse]; Positive sequence [or negative sequence] polyphase system; Mehrphasiges Mitsystem [Gegensystem]; Sistema polifase diretto [inverso]

Sistem polifazat în care mărimea numerotată $(p+1)$ e defazată în urmă [înainte] în raport cu mărimea numerotată p.

05—42—020 Sistem polifazat direct [invers] de ordinul m

Système polyphasé direct [inverse] d'ordre m; Positive sequence [or negative sequence] polyphase system of order m; —; Sistema polifase diretto [inverso] di ordine m.

Sistem direct [invers] în care vectorii care reprezintă mărimile avînd numere succesive sînt separate prin m intervale unghiulare. [93].

05—42—025 Coordonată directă [inversă] a unui sistem trifazat de mărimi

Coordonnée directe [inverse] d'un sytème triphasé de grandeurs; Positive sequence [or negative sequence] coordinate of a system of three phase quantites; Mitkoordinate [Gegekoordinate] eines Dreiphasensystems; Coordinata diretta [inversa] di un sistema trifase di grandezze

Coordonată simetrică a cărei componentă de indice 2 este defazată cu $\frac{2\pi}{3}$ în urmă [înainte] față de componenta de indice 1.

05—42—030 Componentă directă [inversă] a unui sistem trifazat de mărimi

Composante directe [inverse] d'un système triphasé de grandeurs; Positive sequence [negative sequence] components of system of three phase quantities; Mitcomponenten [Gegenkomponenten] eines Dreiphasensystems; Componente diretta [inversa] di un sistema trifase di grandezze

Una din mărimile care constituie coordonata directă [inversă] a sistemului.

05—42—035 Coordonată omopolară sau de ordin zero a unui sistem polifazat de mărimi

Coordonnée homopolaire ou d'ordre zéro d'un système polyphasé de grandeurs; Zero sequence or homopolar coordinate of a system of polyphase quantities; Nullkoordinate; Coordinata omopolare o di ordine zero di un sistema polifase di grandezze

Coordonata simetrică a sistemului formată din n componente identice în mărime și fază.

05—42—040 Componentă omoplară

Composante homopolaire; Zero-sequence (Homopolar) component; Null-komponente; Componente omopolare

Una din mărimile care constituie coordonata omopolară.

05—42—045 Grad de disimetrie [asimetrie] al unui sistem trifazat

Degré de déséquilibre d'un système triphasé, Dissymétrie [Asymétrie]; Degrees of unbalance in a threephase system, Dissymmetry [Asymetry]; Unsymmetrie (grad) (durch Gegensystem); Grado di squilibrio di un sistema trifazic asimmetrico [asimetria]

Raportul între valoarea efectivă a componentei inverse [omopolare] și valoarea efectivă a componentei directe.

05—42—050 Impedanță [admitanță] [reactanță] sincronă [asincronă] [monofazată]

Impedance [admittance] [réactance] synchrone [asynchrone] [monoplasée]; Synchronous [asynchronous] [single phase] impedance [admittance] [reactance]; [Synchron-], [Asynchron-], Nullimpedanz [-admitanz] [-reaktanz]; Impendeza [ammettenza,] [reattanza] direta [inversa], [omopolare]

Impedanța [admitanța] [reactanța] circuitul, într-un sistem simetric direct [invers] [omopolar] de curenți.

05—42—055 Impedanță ciclică (a unei înfășurări polifazate simetrice)

Impédance cyclique (d'un enroulement polyphasé symétrique); Cyclic impedance (of a polyphase symmetrical winding); Drehfeld-impedanz; Impedenza di fase (d'un avvolgimento polifase simmetrico)

Cîtul tensiunii la bornele unei faze prin curentul care o traversează, diversele faze ale înfășurării fiind parcurse de un sistem de curenți polifazat simetric.

05—42—060 Admitanță ciclică (a unei înfășurări polifazate simetrice)

Admittance cyclique (d'un enroulement polyphasé symétrique); Cyclic admittance (of a symmetrical polyphase winding); Drehfeld-admittanz; Ammetenza di fase (d'un avvolgimento polifase simmetrico)

Inversul impedanței ciclice.

05—42—065 Reactanță ciclică (a unei înfășurări polifazate simetrice)

Réactance cyclique (d'un enroulement polyphasé symmétrique); Cyclic reactance (of a symmetrical polyphase winding); Drehfeld-reaktanz; Reattanza di fase (d'une avvolgimento polifase simmetrico)

Reactanța corespunzătoare impedanței ciclice.

05—42—070 Putere directă [inversă] [omopolară] a unui sistem trifazat

Puissance directe [inverse] [homopolaire] d'un système triphasé; Positive sequence [negative sequence] [homopolar] power in a threephase system; Mitleistung [Gegen-], [Null-leistung]; Potenza diretta [inversa] [omopolare] d'un sistema trifase

1) D e f a z ă: Putere provenind din acţiunea unei componente directe [inverse] [ompolare] de tensiune asupra componentei directe [invers] [omopolare] corespenzătoare a curentului.

2) A s i s t e m u l u i t r i f a z a t: Triplu puterii directe inverse omopolare pe fază.

05—42—075 Putere fluctuantă a unui sistem polifazat

Puissance fluctuante d'un système polyphasé; Fluctuating power of a polyphase system; Schwingleistung eines Mehrphasensystems; Potenza fluttuante di un sistema polifase

Suma puterilor fluctuante pe fază.

SECŢIUNEA 45 — APARATE ŞI ACCESORII

05—45—005 Izolator

Isolateur; Insulator; Isolator; Isolatore

Piesă folosită pentru a izola şi de obicei pentru a susţine un conductor sau un aparat.

05—45—010 Rezistor

Résistance; Resistor; Widerstand; Resistore

Ansamblu de conductoare folosit pentru rezistenţa pe care o prezintă.

05—45—015 Reostat

Rhéostat; Rheostat; Regelbarer Widerstand; Reostato

Aparat care cuprinde rezistoare reglabile. [94]

05—45—020 Bobină de inductanţă

Inductance; Inductor; Drossel (spule); Induttore

Aparat folosit pentru inductivitatea pe care o prezintă.

05—45—025 Bobină exploratoare

Bobine exploratrice; Search coil; Prüfspule; Bobina esploratrice

Bobină destinată măsurării fluxului magnetic utilizînd fenomene de inducţie.

05—45—030 Condensator variabil

Condensateur variable; Variable capacitor; Regelbarer Kondensator; Condensatore variabile

Condensator căruia i se variază capacitatea, de exemplu, modificînd poziţia relativă a armăturilor.

05—45—035 Condensator electrolitic

Condensateur électrolytique; Electrolytic capacitor, Elektrolytkondensator ; Condensatore elettrolitico

Condensator care consistă din doi electrozi cufundaţi într-un lichid, a cărui descompunere electrolitică produce un strat izolant, care conferă sistemului o capacitate electrică apreciabilă.

05—45—040 Baterie de condensatoare

Baterie de condensateurs; Bank of capacitors; Kondensatorbatterie; Batteria di condensatori

Ansamblu de condensatoare asemănătoare conectate electric între ele.

05—45—045 Oscilator

Oscillateur; Oscillator; Oszillator; Oscillatore

Aparat destinat să producă, sau capabil să întreţină, oscilaţii electrice sau mecanice.

05—45—050 Rezonator

Résonateur, Resonator, Resonator, Risuonatore

Aparat sau sistem susceptibil de a intra în oscilaţie prin rezonanţă cu alt oscilator.

05—45—055 Amortizor

Amortiseur; Damper; Dämpfer; Smorzatore

Sistem care opune unor anumite mişcări ale unui corp o rezistenţă care depinde de viteza acestuia. [95]

05—45—060 Amplificator

Amplificateur; Amplifier; Verkstärker; Amplificatore

Aparat folosit pentru a spori amplitudinea unui fenomen cu ajutorul unui surplus de energie obţinut de la o sursă exterioară.

05—45—065 Redresor

Redresseur; Rectifier; Gleichrichter; Raddrizzatore

Aparat care permite să se obţină un curent unidirecţional de la o sursă de tensiune electromotoare alternativă. Exemple: redresor mecanic, electrolitic, cu vapori de mercur, cu oxid de cupru, cu germaniu.

05—45—070 Redresor în semi-undă; redresor cu o singură alternanţă

Redresseur demi-onde; Half-wave rectifier; Einweggleichrichter; Radrizzatore a semi-onda

Redresor monofazat care livrează un curent unidirecţional constituit de o singură alternanţă pe fiecare perioadă a curentului alternativ.

05—45—075 Redresor în undă plină; redresor cu ambele alternanţe

Redresseur pleine-onde; Full-wave rectifier; Zweiweggleichrichter, Doppelweggleichrichter; Radrizzatore a piena onda

Redresor monofazat care livrează un curent unidirecţional constituit din ambele alternanţe pe fiecare perioadă a curentului alternativ.

05—45—080 Dipol

Dipôle; Two-terminal network; Zweipol; Bipolo

Grupare de impedanţe, conţinînd eventual surse de tensiune electromotoare, care nu comunică electric cu exteriorul decît prin două borne.

05—45—085 Cuadripol

Quadripôle; Four-terminal network; Vierpol; Quadripolo, Doppiobipolo

Grupare de impedanţe, conţinînd eventual surse de tensiune electromotoare care nu poate schimba puterea electrică cu sistemele exterioare decît prin două accese materializate fiecare prin două borne. [96]

05—45—090 Cuadripol pasiv

Quadripôle passif; Passive four-terminal network; Passiver Vierpol; Quadripolo (Doppio-bipolo) passivo

Cuadripol care nu conţine surse de tensiune electromotoare.

05—45—095 Intrarea unui cuadripol

Entrées d'un quadripôle; Input of a four-terminal network; Eingang eines Vierpoles; Ingresso di un quadripolo (doppio-bipolo)

Bornele cuadripolului pe la care acesta primeşte energie, în mod normal.

05—45—100 Ieşirea unui cuadripol

Sorties d'un quadripôle; Output of a four-terminal network; Ausgang eines Vierpoles; Uscita di un quadripolo (doppio-bipolo)

Bornele cuadripolului pe la care aceasta furnizează energie circuitului de utilizare, în mod normal.

05—45—105 Releu

Relais; Relay; Relais, Schütz; Relè

Aparat care — atunci cînd anumite condiţii se realizează într-un circuit electric sub a cărui influenţă se află — produce modificări date în acelaşi circuit sau în altul, circuitul asupra căruia acţionează releul fiind un circuit de comandă sau de semnalizare. [97]

ANEXA

Traducerea în limba rusă a termenilor din vocabular după broşura editată de „Comitetul de termonologie tehnică al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S. — Moscova 1957.

СЕКЦИЯ 01 — ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

05—01—005 Скалярная величина. Скаляр
05—01—010 Векторная величина. Вектор
05—01—015 Псевдоскалярная величина
05—01—020 Полярный вектор
05—01—025 Аксиальный вектор
05—01—030 Скалярное произведение
05—01—035 Векторное произведение
05—01—040 Поле
05—01—045 Векторное поле
05—01—050 Однородное поле
05—01—055 Переменное поле
05—01—060 Вращающееся поле
05—01—065 Поток вектора
05—01—070 Непрерывный поток
05—01—075 Потокосцепление с одним витком
05—01—080 Потокосцепление с катушкой
05—01—085 Линия вектора. Линия поля
05—01—090 Трубка вектора. Трубка поля
05—01—095 Единичная трубка
05—01—100 Соленоидальное поле
05—01—105 Расхождение. Дивергенция
05—01—110 Линейный интеграл (вектора)
05—01—115 Линейный интеграл (вектора) по замкнутому контуру. Циркуляция
05—01—120 Вихрь. Ротор
05—01—125 Безвихревое поле
05—01—130 Вихревое поле
05—01—135 Потенциал. Потенциальная функция
05—01—140 Векторный потенциал
05—01—145 Эквипотенциальная, [равнопотенциальная] линия [поверхность или объем]
05—01—150 Градиснт потенциала

СЕКЦИЯ 02 — ПОНЯТИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ

05—02—005 Периодическая величина
05—02—010 Пульсирующая величина
05—02—015 Колебательная величина
05—02—020 Переменная величина
05—02—025 Симметричная переменная величина
05—02—030 Синусоидальная величина
05—02—035 Затухающая синусоидальная величина
05—02—040 Период
05—02—045 Полупериод
05—02—050 Цикл
05—02—055 Частота
05—02—060 Полоса частот
05—02—065 Угловая частота
05—02—070 Гармоника
05—02—075 Гармоническая составляющая
05—02—080 Мгновенное значение
05—02—085 Постоянная составляющая периодической величины
05—02—090 Действующее значение периодической величины
05—02—095 Максимальное значение
05—02—100 Размах колебания. Полная амплитуда колебания
05—02—105 Амплитуда симметричной переменной величины
05—02—110 Коэффициеит формы симметричной переменной величины
05—02—115 Совокулность высших гармоник
05—02—120 —
05—02—125 Фаза синусоидальной величины
05—02—130 Разность фаз
05—02—135 Опережение [отставание] по фазе одной синусоидальной величины по отношению к другой той же частоты
05—02—140 В квадратуре
05—02—145 В противофазе
05—02—150 Синхронизм
05—02—155 Угловое смещение
05—02—160 Синхронизация
05—02—165 Свободное колебание
05—02—170 Вынужденное колебание
05—02—175 Резонанс
05—02—180 Апериодическое явление
05—02—185 Апериодическая цепь

СЕКЦИЯ 03 — ПОНЯТИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗЛУЧЕНИЕМ ВОЛН

05—03—005 Волна
05—03—010 Плоская волна
05—03—015 Движущаяся волна. Бегущая волна
05—03—020 Синусоидальная плоская волна
05—03—025 Электромагнитная волна
05—03—030 Длина волны
05—03—035 Фазовая скорость
05—03—040 Скорость распространения волны
05—03—045 Рассеивающая среда
05—03—050 Биение
05—03—055 Групповая скорость
05—03—060 Скорость нередачи энергии
05—03—065 Стоячая волна
05—02—070 Продольная волна. [Поперечная волна]
05—03—075 Фронт волны
05—03—080 Серия волн
05—03—085 Вектор Пойнтинга
05—03—090 Объемная плотность электромагнитной энергии
05—03—095 Излучение
05—03—100 Поляризованное излучение
05—03—105 Поляризация среды
05—03—110 Электрический диполь [магнитный диполь]
05—03—115 Момент диполя
05—03—120 Затухание в пространстве
05—03—125 Затухание во времени
05—03—130 Критическое затухание во времени
05—03—135 Логарифмический декремент
05—03—140 Коэффициент затухания во времени
05—03—145 Постоянная времени экспоненциальной величины
05—03—150 Постоянная распространения
05—03—155 Искажение

СЕКЦИЯ 04 — ОБЩИЕ ТЕРМИНЫ МЕХАНИКИ

05—04—005 Сила (механическая)
05—04—010 Масса
05—04—015 Энергия
05—04—020 Работа
05—04—025 Мощность: 1)Средняя; 2) Мгновенная
05—04—030 Коэффициент полезного действия
05—04—035 Потери

СЕКЦИЯ 10 — СТРОЕНИЕ МАТЕРИИ

05—10—005 Атом
05—10—010 Грамм-атом
05—10—015 Атомная масса. Атомный вес
05—10—020 Молекула
05—10—025 Грамм-молекула
05—10—030 Молекулярная масса. Молекулярный вес
05—10—035 Валентность
05—10—040 Химический эквивалент
05—10—045 Грамм-эквивалент
05—10—050 Электричество

05—10—055 Положительное электричество
[Отрицательное электричество]
05—10—060 Электрон
05—10—065 Позитрон
05—10—070 Протон
05—10—075 Дейтрон
05—10—080 Нейтрон
05—10—085 Медленный нейтрон
05—10—090 Быстрый нейтрон
05—10—095 Мезон
05—10—100 Атомное ядро
05—10—105 Атомный номер
05—10—110 Массовое число ядра
05—10—115 Изотопы
05—10—120 Ион
05—10—125 —
05—10—130 Ионизация
05—10—135 Ионизировать
05—10—140 Ионизационный потенциал
05—10—145 Энергия ионизации. Работа ионизации

СЕКЦИЯ 15 — ЭЛЕКТРОСТАТИКА

05—15—005 Электростатика
05—15—010 Электрический заряд
05—15—015 Электризация
05—15—020 Электростатическая индукция
05—15—025 Заряд наэлектризованного тела. Заряд тела
05—15—030 Нейтральное состояние
05—15—035 Закон Кулона
05—15—040 Электрическое поле
05—15—045 Напряженность электрического поля
05—15—050 Электрический потенциал
Потенциал электростатического поля
05—15—055 Электростатическое давление
05—15—060 Проводник
05—15—065 Полупроводник
05—15—070 Изолирующий материал.
Изолирующее вещество
05—15—075 Изолирующее свойство
05—15—080 Изолировать
05—15—085 Изоляция
05—15—090 Изолированный
05—15—095 Диэлектрик
05—15—100 Поверхностная плотность заряда
05—15—105 Объемная плотность заряда
05—15—110 Поляризация диэлектрика.
Электрическая поляризация
05—15—115 Поляризованность
05—15—120 Диэлектрическая проницаемость
05—15—125 Электрическая индукция
05—15—130 Электрическое смещение
05—15—135 Поток электрического смещения
05—15—140 Относительная диэлектрическая проницаемость
05—15—145 Диэлектрический гистерезис
05—15—150 Диэлектрическая вязкость
05—15—155 Потери в диэлектрике
05—15—160 Конденсатор
05—15—165 Обкладка конденсатора
05—15—170 Электрическая емкость проводника
05—15—175 Емкость проводника (в присутствии других заземленных проводников).
Собственный коэффициент электростатической индукции
05—15—180 Емкость конденсатора
05—15—185 1) Заряд конденсатора 2) Зарядка конденсатора
05—15—190 Разряд конденсатора
05—15—195 Пробой
Разряд
05—15—200 Разрядное напряжение. Пробивное напряжение
05—15—205 Электрическая прочность
05—15—210 Пьезоэлектрический эффект
05—15—215 Пироэлектрический эффект
05—15—220 Фотоэлектрический эффект
05—15—225 Явление электрокапиллярности
05—15—230 Наука об электрокапиллярных явлениях
05—15—235 Электрострикция
05—15—240 Эффект Керра

СЕКЦИЯ 20 — ЭЛЕКТРОКИНЕТИКА

05—20—005 Теория электрических цепей
05—20—010 Электродвижущая сила
Э. д. с.
05—20—015 Контактная электродвижущая сила
05—20—020 Противоэлектродвижущая сила.
Обратная электродвижущая сила
05—20—025 Электрическое напряжение
05—20—030 Падение напряжения
05—20—035 Электрический ток
05—20—040 Ток
Сила тока
05—20—045 Плотность тока
05—20—050 Ток проводимости
05—20—055 Ток переноса.
Ток конвекции
05—20—060 Ток поляризации
05—20—065 Ток смещения
05—20—070 Электронный ток
05—20—075 Ионный ток
05—20—080 Однонаправленный ток.
Ток одного направления
05—20—085 Постоянный ток
05—20—090 Переменный ток
05—20—095 Вихревой ток
05—20—100 Электрическая цепь
05—20—105 Параллельно соединенные цепи
05—20—110 Последовательно соединенные цепи
05—20—115 Индуктивная цепь
05—20—120 Безиндуктивная цепь
05—20—125 Электрод
05—20—130 Анод
05—20—135 Катод
05—20—140 Сопротивление (при постоянном токе)
05—20—145 Закон Ома
05—20—150 Законы Кирхгофа
05—20—155 Удельное сопротивление
05—20—160 Электропроводность
05—20—165 Преимущественно односторонняя проводимость
05—20—170 Проводимость
05—20—175 Удельная проводимость
05—20—180 Эффект Джоуля-Ленца
05—20—185 Закон Джоуля-Ленца
05—20—190 Эффект Вольта
05—20—195 Термоэлектрический эффект.
Эффект Зеебека
05—20—200 Эффект Пельтье
05—20—205 Эффект Томсона
05—20—210 Эффект Холла
05—20—215 Поверхностный эффект
05—20—220 Пинч-эффект
Эффект сжатия

СЕКЦИЯ 21 — ТЕРМИНЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ РАЗРЯДУ В ГАЗАХ

05—21—005 Тлеющий разряд
05—21—010 Корона
05—21—015 Кистевой разряд
05—21—020 Искра.
Искровой разряд
05—21—025 Анодное свечение
05—21—030 Магнитное дутье
05—21—035 Путь утечки
05—21—040 Поверхностный разряд. Перекрытие
05—21—045 Пробой
05—21—050 Зажигание (дуги искры)
05—21—055 Дуга

СЕКЦИЯ 25 — МАГНИТИЗМ

05—25—005 Магнитизм
05—25—010 Закон Кулона
05—25—015 Магнитное поле
05—25—020 Напряженность магнитного поля
05—25—025 Магнитный потенциал
05—25—030 Магнитная индукция
05—25—035 Магнитный поток
05—25—040 Магнитный момент
05—25—045 Магнитная проницаемость
05—25—050 Относительная магнитная проницаемость
05—25—055 Земное магнитное поле
05—25—060 Магнитный меридиан
05—25—065 Магнитное наклонение
05—25—070 Магнитное склонение
05—25—075 Земные магнитные полюсы
05—25—080 Парамагнитное вещество
05—25—085 Диамагнитное вещество
05—25—090 Ферромагнитные вещество
05—25—095 Точка Кюри
05—25—100 Магнит
Постоянный магнит
05—25—105 Намагничивание
05—25—110 Намагничивающее поле
05—25—115 Намагничивающий ток
05—25—120 Намагничивать
05—25—125 Размагничивать
05—25—130 Насыщение
05—25—135 Нейтральное состояние
05—25—140 Магнитные полюсы магнита
05—25—145 —
05—25—150 Магнитный момент магнита
05—25—155 —
05—25—160 Магнитная ось
05—25—165 Намагниченность
05—25—170 —
05—25—175 Магнитный листок. Двойной магнитный слой
05—25—180 Поверхностная плотность магнитного момента
05—25—185 Магнитная восприимчивость
05—25—190 Дифференциальные магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость
05—25—195 Начальные магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость
05—25—200 Основная кривая намагничивания
05—25—210 Магнитная проницаемость по основной кривой намагничивания
05—25—215 Магнитный гистерезис
05—25—220 Гистерезисная петля
05—25—225 —
05—25—230 Остаточная индукция
05—25—235 Остаточная намагниченность
05—25—240 Коэрцитивная сила
05—25—245 Магнитная вязкость
05—25—250 Магнитострикция
05—25—255 Размагничивающее поле
05—25—260 Коэффициент размагничивания

СЕКЦИЯ 30 — ЭЛЕКТРОМАГНИТИЗМ — ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

05—30—005 Электромагнитизм
05—30—010 Магнитодвижущая сила.
Намагничивающая сила
05—30—015 Разность магнитных потенциалов.
Магнитодвижущая сила вдоль участка пути
05—30—020 Магнитная цепь
05—30—025 Магнитная проводимость
05—30—030 Магнитное сопротивление
05—30—035 Электромагнит
05—30—040 Сердечник
05—30—045 Ярмо
05—30—050 Арматура постоянного магнита
05—30—055 Подвижная часть сердечника элетркомагнита
05—30—060 Зазор.
Воздушный зазор
05—30—065 Возбуждение
05—30—070 Идеализированный соленоид
05—30—075 Соленоид
05—30—080 Электродинамика
05—30—085 Электродинамический
05—30—090 Электромагнитная индукция
05—30—095 Самоиндукция
05—30—100 Индуктивность
05—30—105 Взаимная индукция
05—30—110 Взаимная индуктивность
05—30—115 Коэффициент индуктивной связи двух контуров
05—30—120 Закон электромагнитной индукции. Закон Фарадея
05—30—125 Закон Ленца.
Правило Ленца
05—30—130 Закон Био-Савара
05—30—135 Закон Лапласа

СЕКЦИЯ 35 — ЕДИНИЦЫ И СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ

05—35—005 Система единиц
05—35—010 Основные единицы
05—35—015 Производные единицы
05—35—020 Система СГС
05—35—025 Электростатическая система
05—35—030 Единица электрического заряда в электростатической системе
05—35—035 Электромагнитная система
05—35—040 —
05—35—045 Практическая система
05—35—050 Система МКСА
05—35—055 Герц
05—35—060 Ньютон
05—35—065 Дина
05—35—070 Эрг
05—35—075 Бар
05—35—080 Приставки метрической системы
05—35—085 Единицы практической электромагнитной системы
05—35—090 Единицы электромагнитной системы СГС
05—35—095 —
05—35—100 Абсолютные практические электрические и магнитные единицы:
Ампер
Вольт
Ом
Кулон
Фарад
Генри
Вебер
05—35—105 Употребительные внесистемные единицы:
Амперчас
Ампервиток
Ваттчас
Вольтамперчас

СЕКЦИЯ 40 — ТЕРМИНЫ ХАРАКТЕРИСТИК

05—40—005 Активное сопротивление
05—40—010 Индуктивное сопротивление
05—40—015 Емкостное сопротивление
05—40—020 Реактивное сопротивление
05—40—025 Полное сопротивление
05—40—030 Комплексное сопротивление
05—40—035 Полная проводимость
05—40—040 Комплексная проводимость
05—40—045 Активная проводимость
05—40—050 Реактивная проводимость

05—40—055 Однопроводная цепь
05—40—060 Бифилярная обмотка
05—40—065 Дифференциальная обмотка
05—40—070 Соединение цепей:
последовательное
параллельное
последовательно-параллельное [смешанное]
05—40—075 Однофазная система
05—40—080 Многофазная система (величин), (напряжений, токов)
05—40—085 Двухфазная система
05—40—090 Многофазная система (цепей)
05—40—095 Симметричная многофазная система (величин)
05—40—100 —
05—40—105 Уравновешенная многофазная система при симметричной системе токов
05—40—110 Соединения многофазных цепей: соединение звездой; соединение многоугольником; соединение треугольником; соединение зигзагом
05—40—115 Фазное напряжение
05—40—120 Напряжение относительно нейтрали
05—40—125 Линейное напряжение
05—40—130 —
05—40—135 —
05—40—140 Нейтральная точка
05—40—145 Нейтральный зажим
05—40—150 Многочастотная система
05—40—155 Земля
05—40—160 Корпус аппарата
05—40—165 Замыкание на землю
05—40—170 Заземлить
05—40—175 Соединить с корпусом
05—40—180 Заземлитель.
Заземляющий электрод
05—40—185 Заземленная цепь
05—40—190 Сопротивление заземления
05—40—195 Ток утечки в землю
05—40—200 Сопротивление изоляции
05—40—205 Сопротивление изоляции линии на единицу длины
05—40—210 Повреждение изоляции
05—40—215 Контактное сопротивление
05—40—220 Включить цепь
Отключить цепь
05—40—225 Короткое замыкание

СЕКЦИЯ 41 — ТЕРМИНЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К РЕЖИМАМ РАБОТЫ МАШИНЫ ИЛИ АППАРАТА

05—41—005 Режим
05—41—010 Номинальный
05—41—015 Номинальные данные
05—41—020 Режим работы
05—41—025 Характер режима работы
05—41—030 Непрерывный режим работы с постоянной нагрузкой
05—41—035 Непрерывный режим работы с переменной нагрузкой
05—41—040 Кратковременный режим работы
05—41—045 Номинальный режим работы
05—41—050 Условия эксплуатации
05—41—055 Номинальные величины
05—41—060 Значение при номинальном режиме
05—41—065 Номинальный ток
05—41—070 Номинальное напряжение
05—41—075 Номинальная частота
05—41—080 Щиток
05—41—085 Превышение температуры
05—41—090 Температурный коэффициент
05—41—095 Типовые испытания
05—41—100 Частичное типовое испытание
05—41—105 Контрольные испытания
05—41—110 Выборочные испытания
05—41—115 Приемные испытания
05—41—120 Переходные процессы.
Переходные явления
05—41—125 Перенапряжение
05—41—130 Сверхток
05—41—135 Активный ток
05—41—140 Реактивный ток
05—41—145 Намагничивающий ток
05—41—150 Активная мощность
05—41—155 Реактивная мощность
05—41—160 Полная мощность
05—41—165 Вектор мощности
05—41—170 —
05—41—175 Комплексная мощность
05—41—180 Коэффициент мощности
05—41—185 Нагрузка
05—41—190 Номинальная нагрузка. Полная нагрузка
05—41—195 Перегрузка
05—41—200 Равномерная нагрузка
05—41—205 Холостой ход
05—41—210 Характеристики

СЕКЦИЯ 42 — ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СИММЕТРИЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ

05—42—005 Симметричные составляющие несимметричных многофазных систем
05—42—010 Величины [векторы], образующие симметричные составляющие многофазной системы
05—42—015 Составляющая прямой [обратной] последовательности многофазной системы
05—42—020 —
05—42—025 Составляющая прямой [обратной] последовательности трехфазной системы
05—42—030 Величины [векторы] образующие симметричные составляющие трехфазной системы
05—42—035 Составляющая нулевой последовательности многофазной системы
05—42—040 Величины [векторы], образующие нулевую последовательность трехфазной системы
05—42—045 Коэффициент асимметрии трехфазной системы
05—42—050 Сопротивление [проводимость] прямой обратной и нулевой последовательност
05—42—055 —
05—42—060 —
05—42—065 —
05—42—070 Мощность прямой обратной и нулевой последовательности трехфазной системы
05—42—075 —

СЕКЦИЯ 45 — АППАРАТУРА И ОБОРУДОВАНИЕ

05—45—005 Изолятор
05—45—010 Сопротивление
05—45—015 Реостат
05—45—020 Индуктивная катушка.
Реактор
05—45—025 Измерительная катушка
05—45—030 Переменный конденсатор
Конденсатор переменной емкости
05—45—035 Электролитический конденсатор
05—45—040 Батарея конденсаторов
05—45—045 Осциллятор
05—45—050 Резонатор
05—45—055 Успокоитель
05—45—060 Усилитель
05—45—065 Выпрямитель
05—45—070 Однополупериодный выпрямитель
05—45—075 Двухполупериодный выпрямитель
05—45—080 Двухполюсник
05—45—085 Четырехполюсник
05—45—090 Пассивный четырехполюсник
05—45—095 Вход четырехполюсника
05—45—100 Выход четырехполюсника
05—45—105 Реле

Observații și sugestii privitoare la Vocabularul Electrotehnic Internațional, grupa 05 — Definiții fundamentale ed. II-a

Ediția a doua a Vocabularului Electrotehnic Internațional a fost pregătită de CEI ținînd seamă de progresul tehnic rapid, care a caracterizat numeroase domenii ale Electrotehnicii de la data apariției primei ediții (1938) pînă astăzi. Această ediție aduce îmbunătățiri însemnate atît sub raportul numărului de termeni, cît și sub raportul definițiilor; de asemenea, editarea grupelor de termeni în fascicule separate, ușurează difuzarea și eventuala reeditare parțială a Vocabularului.

Autorii Vocabularului au avut următoarele principii călăuzitoare la redactarea definițiilor termenilor, pe care le extragem din prefața vocabularului:

„Definițiile sînt redactate cu grija de a stabili un just echilibru între preciziunea absolută și simplicitate. Vocabularul avînd scopul principal de a furniza definiții suficient de clare pentru ca fiecare termen să fie înțeles cu aceeași semnificație de către toți ingineri electricieni, nu constituie un tratat de electricitate. Astfel, s-ar putea considera uneori că definițiile nu sînt suficient de precise, că nu privesc toate cazurile, că nu țin seamă de anumite excepțiuni, că nu sînt identice cu acelea care s-ar putea găsi în alte publicații, destinate altor scopuri sau altor categorii de cititori. Asemenea imperfecțiuni, pe care de altfel ediții ulterioare se vor forța să le îndrepte, rămîn inevitabile și trebuie acceptate în interesul simplicității și al clarității".

Observațiile generale și sugestiile care urmează, privind fascicula afectată grupei 05 — Definiții fundamentale — care cuprinde terminologia electrotehnică de bază, sînt făcute în acest sens, în vederea îmbunătățirii textului ediției viitoare ale Vocabularului. Ele sînt urmate de observații referitoare la conținutul concret al unora dintre definiții.

Observații generale și sugestii

1. Prezentarea sistematică a conceptelor grupei 05 ar cîștiga dacă s-ar alege un număr minim de mărimi primitive, care să se introducă, făcînd apel la experiență, în cadrul unui anumit sistem de expunere a teoriei fenomenelor electromagnetice, și s-ar defini ulterior mărimile derivate, prin formule de definiție, prin care valorile lor sînt date în funcțiune de valorile altor mărimi, primitive sau derivate, introduse respectiv definite în prealabil. Prezentarea ar cîștiga și prin distincția între mărimile macroscopice utilizate în electrodinamica macroscopică, pe care se bazează cele mai multe aplicații tehnice, și mărimile microscopice, utilizate în cadrul unei teorii microscopice satisfăcătoare pentru principalele aplicații tehnice — cum e teoria electronilor a lui Lorentz. O astfel de prezentare ar impune o ordonare a materialului de felul următor:

Concepte geometrice; Concepte fundamentale ale mecanicii, căldurii și chimiei; Concepte privind fenomenele periodice; Conceptele și legile fundamentale ale teoriei macroscopice a fenomenelor electrice și magnetice (concepte, mărimi primitive, principalele mărimi derivate constante universale, legi generale, legi de material, principalele teoreme); Conceptele și legile fundamentale ale teoriei electronilor; Concepte, mărimi și teoreme de Electrostatică; Idem, de Electrocinetică; Idem, de Magnetostatică; Idem, de Electrodinamică; Sisteme de unități și dimensiuni; Concepte, mărimi și teoreme privitoare la circuitele și rețelele electrice:, Concepte privitoare la mașinile și aparatele electrice; Concepte privitoare la circuite și rețele polifazate etc. Conceptele privitoare la constituția materiei și-ar găsi astfel locul la începutul teoriei electronilor. În actuala ediție nu se face distincție între teoriile macroscopică și microscopică, așa încît anumite concepte sînt împrumutate din una din aceste teorii, iar altele din alta; de asemenea unii termeni importanți sînt utilizați fără a fi de fapt definiți (cum este termenul Cantitate de electricitate).

2. Propunem ca problema compromisului între *preciziune și simplicitate*, semnalată de autorii Vocabularului în prefață, să fie astfel rezolvată în edițiile viitoare încît definițiile să aibă preciziunea necesară pentru a acoperi toate cazurile întîlnite în tehnică. În adevăr, numai în felul acesta se asigură atingerea scopului propus: fiecare termen să fie înțeles cu aceeași semnificație de toți inginerii electricieni. De obicei, acest scop poate fi atins fără a fi nevoie de o ridicare a nivelului, care pentru Vocabular este nivelul electrotehnicii teoretice bazată pe teoria lui Maxwell. De exemplu, în Vocabular inducția electrică D e definită prin produsul dintre permitivitate și intensitatea cîmpului. În corpuri cu polarizație permanentă, cum sînt cristalele piezoelectrice, care intervin curent în aplicații tehnice, inducția diferă însă de produsul considerat. În principiu, o mărime primitivă, cum e inducția electrică, nu poate fi definită printr-o lege de material, care are valabilitatea limitată; definirea precisă a inducției electrice se poate face însă fără dificultăți, cu toată claritatea, în cadrul teoriei lui Maxwell, fără a fi necesară o definiție mai largă sau de nivel mai înalt. De asemenea tendința de a evita o preciziune prea mare a exprimării duce uneori la aserțiuni inexacte (de exemplu în cazul definiției intensității cîmpului magnetic).

3. Propunem ca în edițiile viitoare concepte de egală însemnătate și care ocupă poziții omologe în teoria electricității, să fie definite în același mod și din același punct de vedere. În actuala ediție, intensitatea cîmpului electric, de exemplu, e definită general și corect (pentru vid), însă inducția (deplasarea) electrică e legată de o lege de material; permitivitatea e definită vag, iar permeabilitatea magnetică e definită precis etc.

4. Propunem ca în edițiile viitoare să figureze nu numai unele, ci toate legile și principalele teoreme într-o formulare adecvată și generală.

5. Ediția a doua a Vocabularului adoptă tacit raționalizarea în sistemul MKSA. Era util ca acest lucru să fie menționat, deoarece în sistemele neraționalizate definițiile unora dintre mărimi diferă de cele date în Vocabular. În cadrul secțiunii despre sistemele de unități, unde s-a dezvoltat în actuala ediție sistemul MKSA raționalizat, adoptat, e necesar să apară și conceptele generale legate de problemele sistemelor de unități (alegerea unităților fundamentale, constantele universale, raționalizarea) cu caracterizarea principalelor sisteme de unități coerente, pe care inginerul le poate întîlni frecvent în literatură, și în special a sistemului Gauss, care e utilizat aproape cu exclusivitate în Fizica atomică și nucleară.

6. În actuala ediție a Vocabularului mai persistă unele confuzii vechi între mărimi scalare conservative și sisteme fizice, cum e cazul „electricității", sau punerea în paralel a unor mărimi cu anumite sisteme fizice, cum e cazul energiei, care e pusă în paralel cu particulele, în definiția termenului Radiație.

7. De asemenea problema definițiilor de mărimi (definiții „cantitative") și de proprietăți mai generale (definiții „calitative") trebuie supusă unui examen sever, pentru a nu crea imprecizii și ambiguități. Exemple de acest fel sînt termenii Forță și Tensiune electromotoare. Definiția energiei e de asemenea ambiguă.

8. Ediția a doua a Vocabularului menține concepte și definiții învechite cum sînt cele referitoare la masele magnetice, definite „experimental" etc., însă nu cuprinde termeni importanți cum sînt Cîmp electromagnetic, Sarcină electrică de polarizație. Sarcină de magnetizație etc. Propunem ca edițiile viitoare să țină seamă de aceste elemente.

9. De asemenea propunem ca în definiția mărimilor derivate cu ajutorul unor operații matematice în funcțiune

de mărimi definite în prealabil, să nu fie enunțate numai aceste operații, de exemplu cîtul dintre două mărimi, și să se arate că se vorbește despre o mărime prin faptul că valoarea ei e egală cu cîtul dintre valorile altor mărimi etc.

Observații asupra conținutului definiț iilor

[1] Un vector nu e caracterizat complet numai prin valoarea sa numerică și orientare, ci și prin legea de compunere (de adunare) după regula paralelogramului. Rotația finită a unui corp în jurul unei axe fixe, deși are o valoare numerică (unghiul de rotație) și o orientare (a axei respective, cu sensul asociat după o regulă convențională sensului pozitiv de rotație), nu e un vector — deoarece compunerea a două rotații nu se face după regula paralelogramului. În particular, această compunere nu e comutativă.

[2] E util să fie dată ca exemplu rotația infinitezimală, sau viteza de rotație, deoarece rotația finită nu e un vector.

[3] La termenul *Cîmp* ar fi util să se adauge alte două semnificații — mai frecvente ca utilizare decît cele indicate — și anume: „3) (semnificație matematică) Mulțimea valorilor pe care o funcțiune de poziție (care e mărimea cîmp — sensul 2), le ia în diferitele puncte ale domeniului de definiție (care este Cîmpul în sensul 1). Exemple: cîmp de scalari, cîmp de vectori, cîmp de tensori, cîmp de spinori etc".

„4) (semnificație fizică) Sistem fizic, diferit de corpuri susceptibil de a avea, transmite și schimba cu corpurile energie, impuls și moment cinetic — a cărui stare locală și instantanee se caracterizează cu ajutorul forțelor și momentelor exercitate asupra corpurilor cînd acestea se găsesc în anumite stări. Exemple: cîmpul electromagnetic, cîmpul de gravitație, cîmpul mesonic (nuclear)".

[4] Exprimarea e nesistematică: se spune *intensitate* în loc de *valoare numerică* (termen folosit în definiția vectorului 05—01—010); prin *intensitate* se înțelege de obicei *vectorul-cîmp* (ca valoare și orientare).

[5] *Alternanța* ar trebui deosebită de *semi-perioada;* ea nu trebuie definită ca *mărime* ci în felul următor: „Ansamblul valorilor care le ia o funcțiune periodică ce se anulează numai de două ori în cuprinsul unei perioade, în intervalul de timp dintre două anulări succesive. Termenul alternanță nu are sens în cazul funcțiunilor periodice care nu se anulează sau se anulează mai mult decît de două ori într-o perioadă".

[6] În accepțiunea obișnuită, termenul *frecvență* se referă exclusiv la funcțiunile periodice *de timp* (ca și termenul *pulsație).* E deci util ca definiția să se completeze astfel: „Inversul perioadei în cazul funcțiunilor periodice de timp".

[7] Ar fi util să se definească și termenul ÎN FAZĂ.

[8] Exprimarea nu e destul de precisă: Faza se măsoară în *radiani,* iar semiperioada în *secunde.* Ar trebui spus: „...cînd există între ele o diferență de fază corespunzînd unei semiperioade".

[9] Definiția e îngustă fiindcă se pot sincroniza nu numai mașinile, ci orice generatoare de curent alternativ (de ex. radioemițătoarele).

[10] Definiția e prea largă: oscilațiile unui etaj oscilator electronic cu sincronizare exterioară (prin mijlocirea unui semnal de comandă auxiliar) sînt oscilații cu frecvență impusă din exterior fără să fie oscilații forțate.

[11] Această definiție dată rezonanței e valabilă numai pentru sisteme oscilante *ideale* (fără pierderi). În cazul general, cele patru frecvențe care intervin în caraterizarea curentă a situației de rezonanță (f_{00} fiind frecvența oscilațiilor libere ideale; f_0 frecvența oscilațiilor libere reală; f_1, frecvența corespunzătoare unor amplitudini maxime sau minime ,a oscilațiilor; f_2 frecvența corespunzătoare unui defazaj nul între „forța exterioară" și „viteza de variație", respectiv unei puteri instantanee absorbite care nu schimbă nici un moment de semn) *diferă* între ele. La un circuit rezonant derivație avem, de exemplu:

$$f_{00}=1/2\,\pi\sqrt{LC}\,; \quad f_0=f_{00}\sqrt{1-R^2C/4L}\,;$$

$$f_1=f_{00}\sqrt{\sqrt{1+2R^2C/L}-R^2C/L}\,; \quad f_2=f_{00}\sqrt{1-R^2C/L}.$$

Situația de rezonanță ar trebui așadar definită (pentru sisteme oscilante cu pierderi mici, ale căror oscilații forțate au frecvențe apropiate de frecvența oscilațiilor libere), fie prin condiția de maxim sau minim al amplitudinilor oscilațiilor sistemului, fie prin condiția de anulare a defazajului.

[12] Definiția e prea largă: Și o undă sonoră poate pune în joc fenomene electromagnetice (într-un microfon, de exemplu). Propunem: „Undă care are ca mărimi variabile mărimile de stare ale cîmpului electromagnetic".

[13] Definiția e ambiguă: Dacă prin *undă* se înțelege *frontul undei,* textul definește viteza de propagare a frontului undei; dacă prin *undă* se înțelege *maximul perturbației,* textul definește viteza de grup; etc.

[14] E util să se precizeze că prin fluxul de energie se înțelege energia care se transmite în *unitatea de timp* printr-o suprafață; definiția prezintă utilitate numai în situațiile în care mărimea definită (cîtul) rezultă independent de mărimile de stare considerate. Mărimea definită e o mărime de calcul, a cărei utilizare nu trebuie să producă confuzii subordonate unei concepții „cinetice" inadecvate asupra transmisiunii energiei în cîmp, care nu poate fi asimilat unui fluid în mișcare. Din același motiv termenul *transport* din expresiile franceză și italiană nu e indicat..

[15] Calificativul *numeric* ar trebui suprimat, deoarece acest factor e o mărime fizică (cu dimensiuni).

[16] Definiția implică o anumită imprecizie. Aceasta s-ar elimina dacă s-ar adopta textul „Suprafața, variabilă în timp, care separă domeniul din spațiu în care nu există undă de domeniul din spațiu în care există undă; într-un sens mai general, partea din domeniul undei vecină acestei suprafețe".

[17] Definiția e prea largă. Propunem definiția: „Vector funcțiune de starea locală și instantanee a cîmpului electromagnetic, al cărui flux printr-o suprafață închisă reprezintă puterea transmisă instantaneu de cîmpul electromagnetic prin acea suprafață închisă".

[18] Nu e util ca *energia,* care e o mărime, să se pună în alternativă cu *particulele,* care sînt sisteme fizice și au și ele energie. De asemenea, emisiunea de particule lente (de ex. a electronilor de către un filament încălzit), nu se numește radiație. Definiția: „Emisiunea de unde sau de particule rapide" ar evita aceste inadvertențe.

[19] Propunerea franceză de a evita termenul *dipol* în favoarea termenului *dublet* nu e recomandabilă. deoarece în studiul atomului se întîlnesc ambii termeni cu accepțiuni diferite și anume: dipol (ca și cuadripol, octopol,...) cu înțelesul din Vocabular, și dublet (ca și singlet, triplet,...) pentru caracterizarea unor grupuri de linii spectrale, respectiv de nivele de energie ale atomului.

[20] Definiția trebuie restrînsă: „Constantă complexă a cărei parte reală e atenuarea pe unitatea de lungime și a cărei parte imaginară e variația fazei pe unitatea de lungime, ambele fiind referitoare la o undă progresivă".

[21] Definiția e prea largă pentru caracterizarea unei mărimi. Conform definiției și momentul unei forțe ar fi o forță (împreună cu alte mărimi sau chiar

fenomene). Forța pe care un sistem fizic o exercită asupra unui punct material e o mărime vectorială care exprimă acțiunea dinamică pe care sistemul o exercită asupra punctului, egală cu viteza de variație a impulsului punctului material, provocată de prezența sistemului fizic.

[22] Definiția e prea largă. Propunem adoptarea următoarei definiții, bazată pe lucrările lui Planck: „Mărime fizică atașată unei transformări prin care un sistem fizic trece dintr-o stare dată (inițială) în altă stare (finală), egală cu suma echivalenților în lucru mecanic a acțiunilor externe pe care le produce cînd trece din starea inițială, prin transformarea considerată, în starea finală. Conform legii de conservare a energiei valoarea energiei depinde numai de stările inițială și finală (de referință) ale sistemelor fizice, adică energia e o funcție de stare".

[23] Termenul *entitate* e ambiguu. Propunem formularea: „*Mărime* fizică egală cu integrala de linie de-a lungul..."

[24] Trebuie precizat că termenul *randament* se aplică numai unor mărimi *scalare conservative* (nu există randamente supraunitare).

[25] Termenul e definit ca și cînd ar exista un „agent fizic", adică, în fond, un „sistem fizic", sau o substanță" numită *electricitate*, ceea ce are surse metafizice și e eronat. Această accepțiune a termenului *electricitate* trebuie suprimată, însă e util să se consemneze accepțiunea de „Ramură a Fizicii, care are ca obiect studiul fenomenelor electrice". De asemenea, trebuie definită mărimea scalară care se numește *sarcină electrică* sau *cantitate de electricitate* (Sub 05—15—010 termenul sarcină electrică e definit ca sinonimul *cantității de electricitate*, care nu e definită nicăieri), printr-o definiție de felul următor: „Mărime scalară de stare a corpurilor, proporțională în cazul micilor corpuri cu forța care se exercită asupra lor în vid în cîmpul electric uniform, în condițiile exterioare date".

[26] E util să se spună *tensiune electrică* în loc de *diferență* de potențial, deoarece se produc ionizări și în cîmpuri electrice solenoidale (de înaltă frecvență) în care nu se poate defini un potențial al intensității cîmpului.

[27] Definiția următoare conține mai puține elemente ipotetice: „Ramura fizicii care studiază fenomenele asociate stărilor de electrizare invariabile în timp și neînsoțite de trecerea curentului electric prin conductoare".

[28] Un corp electrizat prin influență nu e considerat în stare neutră, deși are sarcină totală nulă. Definiția ar trebui să se bazeze pe o distincție prealabilă între mărimi macroscopice și mărimi microscopice. Propunem formularea: „Starea unui corp în care suma sarcinilor electrice de nume contrare e nulă în cuprinsul fiecărei porțiuni macroscopice oricît de mici a corpului".

[29] Forțele se exercită între *corpurile* încărcate nu *între cantitățile de electricitate*, care sînt *mărimi* de stare și nu sisteme fizice. Propunem formularea: „Relația conform căreia, într-un mediu omogen, izotrop și infinit extins, forța care se exercită între două corpuri punctuale, condiționată de starea lor de încărcare electrică, e proporțională cu produsul sarcinilor lor electrice și invers proporțională cu pătratul distanței dintre ele".

[30] Ar fi util să se adauge și o a doua accepțiune: „Sistemul fizic cîmp electromagnetic, considerat sub raportul proprietăților sale electrice, manifestate, în principal, prin exercitarea de forțe asupra corpurilor încărcate electric sau polarizate electric".

[31] V. obs. [29]. Definiția dată e de altfel valabilă numai pentru vid; ar trebui definită intensitatea cîmpului electric în cazul general al mediilor polarizate electric.

[32] Ar trebui precizat: „...cîmpul electric static (cîmpul electrostatic)..." deoarece cîmpul electric variabil în timp nu derivă dintr-un potențial.

[33] V. obs. [29]. Ar trebui precizat: „...asupra unui element de suprafață a unui conductor electric, prin aria acelui element".

[34] Exemplificările depășesc sfera noțiunii definite: Se dau exemple de semiconductoare ionice, deși s-au definit semiconductoarele ca avînd conducție electronică.

[35] Accepțiunea acestui termen e ambiguă, cum rezultă și din traducerile în alte limbi, unde apare cînd ca adjectiv, cînd ca substantiv.

[36] Definiția nu caracterizează dielectricii: Un cîmp electric staționar (cu $E \neq 0$ și $D \neq 0$) există în *orice conductor* parcurs de curent continuu. Dielectricii ar trebui să fie definiți prin faptul că sînt medii izolante susceptibile de a se polariza temporar și, eventual, permanent.

[37] Definiția nu e completă: Nu se specifică în ce constă modificarea menționată, iar pe de altă parte există polarizare electrică permanentă (de ex. piezoelectrică), care nu e datorită cîmpului electric. Propunem: „Modificare la care e supus un dielectric sub influența unui cîmp electric sau a altor condiții exterioare (deformări, încălzite etc.), în urma căreia părțile dielectricului au moment electric dipolar".

[38] Definiția e prea largă, fiindcă e aplicabilă, de ex. și constantelor de electrostricțiune ale unui mediu dielectric. Permitivitatea trebuie definită prin cîtul dintre valoarea relativă a inducției electrice și valoarea relativă a intensității cîmpului electric, într-un mediu izotrop, analog felului în care e definită permeabilitatea magnetică (05—25—045).

[39] Legătura dintre inducție, intensitate și permitivitate poate fi utilizată pentru definirea permitivității (v. obs. [38]). Inducția electrică ar trebui definită însă în cazul general (în medii polarizate eventual chiar anizotrope) înainte de permitivitate, alături de intensitatea cîmpului electric. De asemenea ar trebui evitată identificarea dintre *inducția electrică* și *deplasarea electrică* (egală numeric cu inducția numai în sisteme de unități raționalizate și egală cu cîtul valorii inducției prin 4π în sisteme de unități neraționalizate). Ultima — spre deosebire de inducție — e o mărime neafectată de raționalizare, cum rezultă din faptul că derivata ei în raport cu timpul e densitatea curentului de deplasare.

[40] Nu e esențial ca armăturile să fie separate pe întreaga lor întindere de un dielectric subțire, ci e necesar ca toate liniile cîmpului electric care pleacă de la un conductor să ajungă la celălalt.

[41] Trebuie completat cu precizarea: „...originea potențialelor fiind aleasă la infinit".

[42] Expresia *diferență de potențial* ar trebui *înlocuită* cu expresia *tensiune electrică*, care e mai generală (V. obs. [26]).

[43] Sensul de proprietate e de mică utilitate. Propunem să se definească direct *mărimea* rigiditate dielectrică.

[44] Ar trebui ca definiția să fie precizată: „Ramura fizicii care studiază trecerea curentului electric prin conductoare și fenomenele asociate ei, făcînd abstracție de fenomenele magnetice corespunzătoare".

[45] Definiția nu e destul de sistematică. Propunem: „Integrala de linie a sumei dintre intensitatea cîmpului electric imprimat și partea solenoidală a intensității cîmpului electric. Pentru un contur închis tensiunea electromotoare e egală cu circulația intensității cîmpului electric în sens larg (suma dintre intensitatea cîmpului electric imprimat și intensitatea cîmpului electric) în lungul acelui contur".

Propunem definirea în prealabil a *intensității cîmpului electric imprimat* care e necesară: „Mărime de material caracterizînd local din punctul de vedere electric starea de neomogenitate fizico-chimică, sau de accelerare, a conductoarelor și complet determinată de această stare — egală și de sens contrar cu intensitatea cîmpului electric care ar trebui stabilită în interiorul acestor conductoare pentru a realiza echilibrul electrostatic".

[46] În opoziție cu precizările adăugate termenilor francezi și englezi, ar trebui subliniat că tensiunea electrică *nu e sinonimă* cu diferența de potențial, fiind numeric egală cu aceasta numai în cîmpuri electrice staționare.

[47] În locul expresiei nepotrivite *mișcarea electricității* propunem expresia *mișcarea purtătorilor de sarcină.*

[48] Se definește numai intensitatea curentului electric de conducție. Ar trebui definite și intensitățile curenților de convecție, polarizație, deplasare și Röntgen.

[49] Natura purtătorilor de sarcină sau a mediului nu are rol în această distincție dintre curenții de conducție și convecție, care e bazată pe descompunerea vitezei medii a purtătorului de sarcină microscopic în *viteză relativă*, față de mediul considerat și *viteză de antrenare* a mediului (viteză macroscopică) față de un sistem de referință fix. Prima condiționează curentul de conducție (care rezultă din mișcarea purtătorilor de sarcină față de mediul respectiv), iar a doua curentul de convecție (care rezultă din mișcarea macroscopică a mediului).

[50] Definiția e valabilă numai în unități raționalizate; în unități neraționalizate, derivata în raport cu timpul a fluxului electric trebuie împărțită prin 4π. De altă parte, precizarea „... într-un dielectric" trebuie suprimată, curentul de deplasare existînd și în vid și în medii conductoare (chiar dacă în ultimele se poate evidenția experimental numai la frecvențe foarte înalte). În lista curenților nu e cuprins curentul *Röntgen.*

[51] Alături de accepțiunea considerată, e util să apară și o a doua: „Rețea electrică cu un număr mic de laturi, borne de acces, surse — care îndeplinește o funcțiune determinată într-o rețea complexă sau un montaj complex. Exemple: circuit integrator, circuit basculant, circuit de corecție etc.".

[52] Ținînd seamă de importanța legii lui Ohm, ar trebui dată și formularea locală a legii, care e valabilă și în regim nestaționar.

[53] Legile lui Kirchhoff ar trebui enunțate și în cazul general al curenților variabili (alternativi).

[54] Definiția e particulară. Propunem: „Mărime de material definită, într-un mediu izotrop și fără cîmp electric imprimat, de cîtul dintre valoarea intensității cîmpului electric și valoarea densității curentului electric de conducție corespunzător".

[55] Propunem suprimarea acestui termen deoarece textul se referă la o extrapolare improprie a unei relații de tip newtonian, la interacțiuni ipotetice între mărimi fictive *(sarcinile magnetice* sau *cantitățile de magnetism)* principial inaccesibile măsurării.

[56] Lipsește o a doua accepțiune ca și la cîmpul electric (v. obs. [30]: „Sistemul fizic cîmpul electromagnetic, considerat sub raportul proprietăților sale magnetice, care se manifestă, în principal, prin exercitare de forțe și momente asupra corpurilor parcurse de curent electric sau magnetizate".

[57] Definiția nu e corectă. De exemplu, cavitatea necesară pentru a „detecta" cîmpul magnetic nu poate avea *orice* formă și orientare adecvată deplasării acului magnetic; dacă această cavitate are forma unei fante foarte turtite, ea trebuie orientată longitudinal față de direcția locală a *magnetizației* mediului pentru a permite măsurarea intensității cîmpului magnetic, orice altă orientare corespunzînd măsurării unei mărimi care depinde liniar de intensitate și de inducția magnetică (în particular, orientarea transversală corespunde măsurării inducției magnetice). Direcția locală a magnetizării nu coincide totdeauna cu direcția locală a intensității cîmpului magnetic (de ex. în magneții permanenți), așa încît cavitatea adecvată rotirii acului în direcția cîmpului magnetic e cu siguranță inadecvată măsurării intensității acestui cîmp.

[58] Definiția dată e valabilă numai pentru vid (și exclude sistemul de unități Gauss — folosit aproape exclusiv în fizica atomică — în care trebuie ca produsul $i\,dl$ să aibă factorul $1/c$). Inducția magnetică, ca și intensitatea cîmpului magnetic, ar trebui definită printr-o definiție, valabilă în cazul general (medii magnetizate).

[59] Propunem înlocuirea acestei definiții cu următoarea: „Substanță a cărei magnetizație e omoparalelă cu intensitatea locală a cîmpului magnetic și se anulează o dată cu aceasta. Substanțele paramagnetice au susceptivitatea pozitivă și, în general, mică, și permeabilitatea relativă supraunitară și în general apropiată de unitate".

[60] Propunem înlocuirea acestei definiții cu următoarea: „Substanță a cărei magnetizație e antiparalelă cu intensitatea locală a cîmpului magnetic și se anulează odată cu aceasta. Substanțele diamagnetice au susceptivitate negativă și foarte mică, și permeabilitatea relativă și practic egală cu unitatea".

[61] Deformarea magnetostrictivă nu e neapărat elastică. Propunem: „Variația dimensiunilor unui corp magnetizabil sub acțiunea unui cîmp magnetic".

[62] Introducerea *maselor magnetice în definiție* e inutilă și de natură a crea confuzii. Propunem: „Intensitatea cîmpului magnetic din interiorul unui magnet, condiționată de însăși magnetizația magnetului, avînd direcția în general opusă aceleia a magnetizației".

[63] O exprimare mai precisă ar fi: „...pentru a reduce cîmpul demagnetizant".

[64] Ar trebui adăugată o a doua accepțiune: „Ramura Fizicii care studiază cîmpurile electromagnetice variabile în timp".

[65] Descompunerea în inducție prin transformare și inducție prin mișcare neavînd un caracter absolut, ci unul relativ la sistemul de referință considerat, nu e justificată definirea separată a celor două feluri de inducție electromagnetică. Propunem: „Producerea de tensiune electromotoare de-a lungul unui contur atașat unui corp (eventual în mișcare), de variația în timp a fluxului magnetic prin acest contur. Variația fluxului magnetic poate rezulta atît din variația locală, în timp, a inducției magnetice, cît și din mișcarea unor părți sau a întregului contur, care poate fi și un circuit electric filiform". Prezența circuitului nu e indispensabilă pentru inducția electromagnetică, iar inducția prin mișcare nu se produce într-un *element* de circuit mobil, ci într-un circuit închis ale cărui părți sînt, în total sau în parte, mobile.

[66] Textele francez și englez diferă substanțial între ele. Dacă această diferență nu e rezultatul unei erori, ar fi preferabil să se suprime acest termen din Vocabular.

[67] Definiția conține anumite scăpări: În sistemele electrostatice de unități e egală cu unitatea *nu* permitivitatea vidului, *ci* constanta universală de proporționalitate din legea lui Coulomb (care diferă de inversul permitivității în sistemele raționalizate prin numitorul 4π). În sistemele electrostatice raționalizate, permitivitatea vidului e egală cu $1/4$. În plus orice sistem de unități (abstracție făcînd de operația de raționalizare, care se poate aplica oricărui sistem) e definit de alegerea a *două* constante universale, de ex. constanta din

legea lui Coulomb și constanta lui Gauss (egală cu cîtul dintre unitatea de curent definită electrodinamic și unitatea de curent derivată din unitatea de sarcină definită electrostatic). În sistemul de unități Gauss (care nu coincide cu un sistem electrostatic), constanta din legea lui Coulomb e egală cu unitatea, în timp ce constanta lui Gauss se ia egală cu valoarea reciprocă a vitezei luminii în vid. O observație analogă e valabilă pentru termenul 05—35—035.

[68] E util să se precizeze că unitatea e definită în sistemul electrostatic CGS; trebuie suprimată alternativă „... sau negativă..." Exprimarea e improprie (v. obs. [29]).

[69] Termenul ar trebui suprimat: Încercarea de a defini *experimental* unitatea unei mărimi *fictive* nu trebuie să figureze în Vocabular. În schimb, propunem să se definească unitatea electromagnetică CGS de intensitate a curentului electric (numită uneori Biot): „Intensitatea curentului constant care, menținut în două conductoare paralele, rectilinii, de lungime infinită, de secțiune circulară neglijabilă și situate în vid la distanța de un centimetru unul de altul, ar produce între aceste conductoare o forță de două dyne pe centimetrul de lungime a conductoarelor".

[70] Termenul *principale* ar trebui înlocuit cu *fundamentale* (v. 05—35—010).

[71] Așa cum s-a procedat la Dynă (termenul următor), definiția ar trebui precedată de precizarea: „Unitatea de forță în sistemul MKS. De asemenea exprimarea e defectoasă (v. obs. [29]).

[72] Indicarea în text a Congresului internațional care a adoptat unitatea e inutilă; cu atît mai mult, cu cît nu s-au dat astfel de indicații la alte unități, mai importante.

[73] Ar fi util să se adauge rapoartele dintre unități și unitățile practice.

[74] Calificativul *electrică*, adăugat la termenul *inductivitate* numai cu această ocazie, ar trebui suprimat. Definiția unității de inductivitate prin tensiunea electrică indusă e complicată (cere precizări suplimentare: imobilitatea părților circuitului) și inconsecvență față de restul Vocabularului (mărimea inductivitate a fost definită în alt fel (v. 05—30—100).

[75] Ar trebui ca definiția să precizeze că e vorba de unități practice care nu aparțin sistemului practic MKSA.

[76] Amperspira e o unitate de solenație și nu de tensiune magnetomotoare. Cele două unități coincid numai în sistemele de unități raționalizate.

[77] 1 voltamperoră = 3 600 voltampersecunde; wattul e unitate de putere și nu de energie aparentă.

[78] Recent s-a adoptat pentru weber/metru pătrat denumirea tesla.

[79] Definițiile *reactanțelor* sînt prea particulare: *Reactanța* e cîtul algebric al componentei tensiunii în cuadratură cu curentul prin intensitatea acestui curent, considerat pozitiv cînd curentul e defazat în urma tensiunii (defazaj pozitiv — reactanța numindu-se *reactanță inductivă* și fiind egală numai în cazul particular al unei bobine fără miez de fier cu produsul inductivității prin pulsație), și negativ în caz contrar (defazaj negativ — reactanța numindu-se *reactanță capacitivă* și fiind egală cu valoarea reciprocă și cu semn schimbat a produsului capacității prin pulsație numai în cazul particular al unui condensator fără pierderi).

[80] Definiția trebuie completată pentru a lua forma următoare: „Cîtul algebric al componentei curentului în cuadratură cu tensiunea la borne a unui circuit, prin această tensiune, considerat pozitiv cînd curentul e în urma tensiunii (defazaj pozitiv) și negativ în cazul contrar (defazaj negativ)".

[81] Pot exista și mai multe tensiuni de alimentare, dacă au aceeași perioadă și sînt toate în serie.

[82] Considerăm că definiția e prea rigidă și propunem următoarea formulare: „Sistem constituit de două mărimi sinusoidale de valori efective apropiate și defazate între ele cu un unghi apropiat de $\pi/2$".

[83] Propunem ca o dată cu fixarea nomenclaturii să se adopte și un punct de vedere precizat în ceea ce privește termenii *simetric* și *echilibrat*. Ținînd seamă și de terminologia din secțiunea 05—42, cum și de termenul 05—41—200, propunem să se adopte calificativele *simetric și nesimetric* pentru sistemele de *mărimi sinusoidale* (tensiuni, curenți) iar calificativele *echilibrat* și *desechilibrat* pentru sistemele de circuite, de mărimi de material etc., ca: sarcină, receptor, impedanțe etc.

[84] E util să se precizeze: „Sistem *ordonat* de mărimi...", ordinea convențională prealabilă fiind necesară pentru a putea stabili care sînt mărimile consecutive.

[85] V. obs. [83].

[86] Distincția dintre cele două accepțiuni nu apare destul de clară. Distincția ar trebui eventual făcută pentru circuite receptoare și circuite generatoare. Termenul *potențialul zero* trebuie înlocuit cu termenul *potențialul pămîntului*.

[87] Textele francez și englez sînt diferite, în primul caz definiția fiind neclară (rezistența definită în textul francez e infinită). Propunem reținerea textului englez.

[88] În loc de „...cu potențiale diferite" e mai util: „...care se găsesc în prealabil sub tensiune".

[89] Se folosește, fără a fi definit în prealabil, termenul *serviciu permanent*.

[90] Puterea reactivă se definește și în regim nesinusoidal, prin suma puterilor reactive ale componentelor de diferite frecvențe, ceea ce ar fi util să fie precizat. Lipsește de asemenea definiția *puterii deformante*.

[91] Reprezentarea vectorială a puterii fluctuante (care e definibilă simplu în valori instantanee, prin diferența dintre puterea instantanee și cea medie) e inutilă și susceptibilă de a crea confuzii.

[92] Definirea părții imaginare a puterii complexe prin puterea reactivă cu *semn schimbat* e o complicație; toate operațiile cu puterile complexe se fac la fel de ușor cu expresiile de tipul $P + jQ$, ca și cu expresiile de tipul $P - jQ$. Preferirea semnului minus nu e justificată.

[93] E util să se adauge: „...egale cu $2\pi/m$".

[94] Textele francez și englez nu coincid exact.

[95] Ar trebui adăugat: „...și crește o dată cu această viteză".

[96] Ar trebui adăugat: „...Într-o accepțiune mai generală, se înțelege prin cuadripol o grupare oarecare de impedanțe avînd patru borne de acces (ai căror curenți nu sînt neapărat doi cîte doi egali și de sensuri contrarii, ca în cazul grupării bornelor în intrări și ieșiri).

[97] Releul e caracterizat print-un răspuns discontinuu la o excitație exterioară; altfel, un regulator oarecare ar fi un releu.

Referate

Electrotehnica generală

CZ 621.3.014.3.001.24

Asupra calculului încălzirii conductoarelor la scurtcircuit. [După A. Avramescu: Elektrotecnica., 50 (1957) 10—12, 392—400].

La calculul exact al stabilității termice a conductoarelor, aparatelor și mașinilor electrice, variația cu temperatura a parametrilor de material trebuie luată în considerare mai precis decît prin funcții liniare. Autorul trece în revistă metodele de calcul corespunzătoare (analitice și grafice), dintre care unele originale. Ecuațiile de bază se scriu adimensional, temperatura referindu-se la cea maximă admisă, iar timpul la durata de stabilitate termică. Apoi se dau, după date experimentale anterioare ale autorului, funcțiile de temperatură exacte ale parametrilor de material și ale combinațiilor acestora care intervin efectiv în calcul. Se atrage atenția asupra unor greșeli în formulele publicate de alți autori în această privință, care au dat rezultate dubioase în unele lucrări de specialitate *. Cu aceste date calculul analitic se efectuează după metode analitice cunoscute, dar cu formule noi. Între altele se ține seamă de încălzirea anterioară a conductorului, fără a se complica expresiile. Se arată întrebuințarea curbelor de încălzire și se dă o nomogramă pentru calculul expeditiv al încălzirii la scurtcircuit. Stabilitatea termică se poate calcula după metodele indicate fără dificultăți.

A. A.

CZ 621.3.017.31

Calculul termic al tuburilor conductoare de curent. [După S. B. Vasiutinski: Vestn. Electroprom., 28 (1957) 10, 44—47].

În construcțiile unor aparate electromagnetice ca elemente conducătoare de curent se folosesc tuburi metalice a căror folosire dă posibilitatea, pe de o parte, să se micșoreze efectul pelicular al curentului, ceea ce este foarte important la frecvențe mari, iar pe de altă parte, înlesnește răcirea aparatului prin circulația unui lichid în interiorul său. Ca lichid de răcire se folosește adesea apa, dată fiind valoarea ridicată a coeficientului de transmitere de căldură. Prin acest procedeu se poate ajunge în tuburi, la densități de curent de 100 A/mm^2 și mai mari.

Metoda de calcul se aplică tuburilor folosind orice lichid de răcire și, în special, apa. Se presupune că toată căldura disipată în tub într-un regim termic stabil este transmisă lichidului de răcire pe toată lungimea tubului și nu există schimb de căldură între tub și mediul ambiant. Schimbul de căldură se poate compune din transmiterea de căldură în mediul ambiant și aportul de căldură de la corpurile încălzite situate în apropiere.

Considerarea acestor factori este posibilă, dacă sînt cunoscute condițiile concrete ale schimbului de căldură: forma bobinei, izolația ei termică, distanța și dispoziția corpurilor încălzite etc. După dezvoltarea calculului, se dă cazul unei bobine, înfășurate pe un tub cu diametrele 7/6 mm, lungimea de 3 m și parcursă de 1 000 A.

A.B.

Mașini electrice

CZ 621.313.001.4 :621.317.333.82

Problema încercărilor la impuls a izolației dintre spirele mașinilor electrice de înaltă tensiune. [După B. A. Alecseev și V. B. Kulakovski: Electricestvo, 77 (1957). 4, 75—79, 2 fig.].

Pînă în prezent, nu s-a elaborat încă o metodă riguroasă de calcul pentru stabilirea repartiției tensiunilor de impuls pe elementele înfășurărilor mașinilor electrice.

Lucrările experimentale au arătat foarte clar, cum se face distribuția tensiunilor pe primele spire ale înfășurării nu însă și pe ultimele. Deși cunoașterea tensiunilor de impuls pe porțiunea mijlocie a înfășurării mașinii nu este necesară pentru protecția ei contra supratensiunilor, este totuși foarte utilă pentru încercarea defectelor izolației dintre spire.

În ultimii ani, s-au consacrat două metode de încercare a defectelor de izolație între spire pe mașinile gata montate, și anume: a) încercarea la undă călătoare prin aplicarea impulsului la un capăt al înfășurării; b) încercarea cu tensiune de impuls indusă, prin inducerea tensiunii pe rînd, în fiecare pereche de secții, cu ajutorul unui inductor de impuls. Rezultatele acestor metode au condus la următoarele concluzii:

Tensiunea minimă între spire la o amplitudine dată a impulsului depinde de numărul spirelor dintr-o secție, de numărul secțiilor dintr-o ramură, de lungimea medie a conductoarelor și de viteza de propagare a impulsului în înfășurare.

Repartiția tensiunilor de impuls pe secțiile înfășurării, depinde, în largă măsură, de succesiunea grupelor de bobine, fapt care dovedește cuplaje puternice electromagnetice între secțiile înfășurării.

Încercarea izolației între spire este rațională numai în cazul că tensiunea între spire nu scade sub 350 V.

La încercarea mașinilor mari mai cu seamă hidrogeneratoare cu număr mare de crestături, se recomandă metoda undelor călătoare, dacă tensiunile minime între spire ating valori suficiente pentru încercare. Aceste tensiuni rezultă suficient de mari pentru mașinile cu număr redus de spire într-o secție.

S. S.

CZ 621.313.001.4 :621.317.333.82

Rezistența la impuls a izolației mașinilor electrice de înaltă tensiune. [După N. A. Kozîrev: Electricestvo, **77** (1957). 4, 73—75, 3 fig.].

Mașinile electrice racordate la linii aeriene și chiar cele care lucrează în bloc cu transformatoare, sînt adesea solicitate la unde de supratensiune în înfășurările statorice. Aceste supratensiuni ating valori foarte ridicate, care în cazul protecției prin descărcătoare, pot fi limitate la tensiunea reziduală a acestora, adică la 2,5 pînă la 2,7 din tensiunea nominală.

În general, tensiunea de impuls a izolației mașinilor electrice este considerabilă și anume de circa nouă ori mai mare decît tensiunea nominală la 50 Hz. În decursul exploatării, rezistența la impuls a izolației scade, mai cu seamă în porțiunile frontale ale bobinajului. Astfel, izolația de clasă A scade după 120 000 ore de funcționare la 5,6 U în regiunea crestăturilor și la 1,5 U în porțiunea capetelor de bobine. Dimpotrivă, izolația din clasa B rezistă foarte bine la undele de impuls de tensiune, un timp oricît de îndelungat.

Deoarece în decursul exploatării izolația mașinilor electrice este solicitată la diverse supratensiuni, prezintă interes relația dintre tensiunea de străpungere la impuls și panta frontului undei de impuls. Cercetările în acest domeniu au arătat ca la creșterea pantei undei de impuls de la 17 pînă la 107 kV/μs rezistența la impuls a izolației crește cu 10—20%.

Pe de altă parte cercetările efectuate au demonstrat că în cazul unui lot de materiale izolante care prezintă rezistență redusă la tensiune alternativă, coeficientul de impuls se reduce cu scăderea rezistenței electrice a izolației. Acest fapt demonstrează că anumite porțiuni defecte, care au rezistență redusă la impuls, nu pot fi detectate prin încercări la 50 Hz, în schimb izolația respectivă poate fi străpunsă la supratensiuni de impuls relativ reduse, care apar în timpul exploatării. În particular, aceasta se referă, mai cu seamă, la defecte provenite din îmbătrînirea izolației prin vibrații.

Din articol se desprinde concluzia că metodele existente de încercare a mașinilor electrice la tensiuni alternative de frecvență industrială nu garantează nivelul necesar de rezistență la impuls al mașinii.

S. S.

*) V. Electrotehnica **1**(1953)12, 42—40.

CZ 621.314.2 :921.791.7

Variaţia sarcinilor admisibile ale transformatoarelor de sudură în funcţie de condiţiile de exploatare. [După G. I. Glagolev: Vestn. Electroprom, **28** (1957) 9, 37—43, 7 fig.].

Sarcinile admisibile sînt limitate de încălzirea bobinajelor care produc îmbătrînirea izolaţiei şi deci pot determina viaţa transformatorului. În cercetări s-a plecat de la formula care determină durata de viaţă a izolaţiei:

$$Z = Ae^{-\alpha\vartheta}$$

unde A şi α sînt coeficienţi depinzînd de clasa de izolaţie; ϑ - temperatura izolaţiei în °C. S-au studiat cîteva tipuri de transformatoare de sudură străine şi sovietice, şi după datele obţinute a fost verificată formula de mai sus. S-a ţinut seamă că aceste transformatoare nu lucrează neîntrerupt şi, de aceea, s-au introdus coeficienţi de corectare. S-au efectuat încercări de sarcină pentru diferite perioade de lucru, şi anume, pentru un schimb, două, sau pentru funcţionare intermitentă, trasîndu-se diagrame. Se arată că întrucît sarcina admisibilă a transformatoarelor depinde de condiţiile de exploatare, este necesar ca acestea din urmă să fie indicate în norma GOST. De asemenea se cere fabricilor constructoare să indice prin diagrame variaţiile de sarcină ale produselor lor.

A.B.

Materiale electrotehnice

CZ 621.315.618.9

Cîteva consideraţii generale asupra materiilor plastice. [După P. Seguin: Bull. Soc. franç. Electr., 7 1957) 73, 11—26].

Materiile plastice folosite industrial, conţin totdeauna o substanţă macromoleculară, numită uneori „răşină de bază" sau un amestec de astfel de substanţe.

În plus, conţin adesea unul sau mai multe produse plastifiante şi adaosuri diverse, în special, coloranţi şi stabilizanţi, care modifică proprietăţile răşinei de bază dar nu le transformă fundamental.

Se consideră macromelocule, moleculele constituite din cel puţin o mie de atomi. O substanţă macromoleculară se consideră pură dacă este formată din macromolecule, avînd toate o structură chimică comparabilă.

Substanţele macromoleculare se formează:

1. Din alte substanţe macromoleculare, prin purificare (extracţia celulozei) sau prin transformări chimice, numite reacţii topochimice.

2. Prin sinteză, folosind trei procedee fundamentale: policondensaţia, poliadiţiunea (în general ireversibilă) şi polimerizarea, care cuprinde trei stadii:

— iniţiarea în care monomerul A se transformă într-o formă activă A'; poate fi de mai multe feluri: iniţiare termică (de exemplu stirolen) iniţiare fotochimică (de exemplu acetat de vinil), iniţiare prin radicali liberi (de exemplu stirolen prin proxizi), iniţiare prin ionizare cationică (de exemplu izobutilen prin florură de bor) sau anionică (de exemplu butandien prin sodiu);

— propagarea care urmăreşte reacţia începută prin iniţiare; în general este foarte rapidă;

— terminarea limitează lungimea lanţului de monomeri.

Reacţiile de polimerizare sînt foarte complexe. S-au descoperit doi noi catalizatori, anumiţi oxizi metalici şi derivate organice ale aluminiului care permit polimerizarea etilenei la presiuni mult mai scăzute, obţinîndu-se produse cu proprietăţi deosebite de cele ale polietilenului clasic.

În toate reacţiile de polimerizare sau de policondensare se poate înlocui un produs de bază A printr-un amestec de produse A', A''... cu proprietăţi asemănătoare; aceasta se numeşte reacţie de copolimerizare sau copolicondensare.

În continuare autorul dă o tabelă cu principalele tipuri de materii plastice.

Se studiază apoi proprietăţile mecanice şi termice ale substanţelor plastice.

În general, se disting două feluri de legături între atomii care constituie materia, legături primare şi legături secundare (la care se adaugă legăturile prin hidrogen).

Rezistenţa mecanică este mult mărită, iar fuziunea şi volatilitatea redusă, dacă, pe lîngă legăturile secundare există şi legături prin hidrogen.

Macromoleculele sînt prea grele, pentru a putea prezenta o mobilitate de ansamblu sub influenţa unei agitaţii termice în stare lichidă. La macromoleculele liniare, însă, se observă două efecte de agitaţie termică: o mişcare numită „macrobrowniană", care corespunde la o deplasare de ansamblu şi o mişcare „microbrowniană", care deformează moleculele într-o imensă varietate de configuraţii. Macromoleculele nu formează, în general, cristale. Totuşi, se întîmplă uneori ca în anumite regiuni macromoleculele vecine să aibă direcţii paralele şi să formeze elemente ordonate, cu coeziune superioară, numite cristalite. Acestea sînt în special foarte numeroase şi solide atunci cînd există legături prin hidrogen, dînd o rezistenţă foarte ridicată (de exemplu nylon).

Se examinează apoi, în detaliu, cazul foarte interesant al cauciucului natural.

Prin vulcanizarea materialelor termoplastice se creează legături chimice, transformîndu-le în reţele tridimensionale. Produsul are o rezistenţă mai mare la tracţiune, dar alungirea sa este mai mică.

Se studiază apoi proprietăţile electrice ale materialelor plastice care sînt în general materiale izolante. Ca şi rezistivitatea în curent continuu, pierderile dielectrice ale unei materii plastice, depind de impurităţile pe care le conţine. Influenţa temperaturii asupra proprietăţilor electrice ale unei materii plastice este cu atît mai mare cu cît materialul este izolant mai bun. La orice maximum de pierderi funcţie de frecvenţă, la temperatură constantă, corespunde un maximum funcţie de temperatură, la frecvenţă constantă. Clacarea dielectrică este legată, în general, de instabilităţi termice locale.

În concluzie se arată că numărul materiilor plastice este, în general, aproape nelimitat. Materiale foarte interesante sînt siliconii, remarcabili în special prin comportarea lor la temperaturi ridicate, circa 300°C. Siliconii conţin încă radicali carbonil. Este foarte posibil că se vor descoperi materii macromoleculare noi, care să nu conţină radicali carbonil cu proprietăţi cu totul noi.

E. P.

CZ 621.315.616.9

Folosirea izolanţilor termoplastici la fabricarea cablelor electrice pentru tensiune medie şi a aparatajului corespunzător. [După Ch. A. Flamand: Bull. Soc. franç. Electr.,, 7 (1957) 73, 40—51].

Două grupe de materiale termoplastice sînt folosite mai mult la izolarea cablelor pentru tensiune medie; polietilenii şi clorurile de polivinil.

Cablele fabricate din polietileni (ale căror caracteristici electrice sînt remarcabile) sînt suple, uşoare (nu mai au nevoie de înveliş de plumb), insensibile la umiditate şi nu necesită substanţe de impregnare.

Clorurile de polivinil, dat fiind densitatea lor, nu pot fi folosite la fabricarea cablelor decît cu un adaos de 30—40% plastifianţi. Avantajele cablelor din cloruri de polivinil faţă de cele din polietileni sînt: incombustibilitate totală, punct de fuziune mai ridicat (deci, rezistenţă mai bună la scurtcircuit) şi mai uşoare deci omogenitate mai bună de fabricaţie. Calităţile electrice sînt însă, mult mai reduse, faţă de cele ale polietilenelor, pierderea fiind de 650 şi mai mari la 20°C (3,2 W/m).

În ceea ce priveşte construcţia cablelor, autorul arată că prezenţa unui ecran conductor sau semiconductor este absolut necesară, deoarece aerul din spaţiile dintre conductoare se ionizează şi, dat fiind coeficientul de dilatare ridicat al materialelor termoplastice, la căldură, izolantul se va deslipi de conductor, avînd un spaţiu ionizabil chiar pe suprafaţa conductorului.

Acest ecran trebuie să adere la stratul izolant, la orice temperatură; el constă dintr-o înfăşurare de hîrtie cu negru de fum sau dintr-un strat termoplastic de aceeaşi

natură cu izolantul, care prin impregnare cu negru de fum, devine conductor.

La cablele din materiale termoplastice, grosimea stratului izolant este ceva mai mare decît aceea folosită în cazul hîrtiei impregnate. Izolantul se aplică în straturi succesive, prin extrudere cu o presă cu şurub; trebuie să se realizeze o perfectă aderenţă între straturi, deoarece orice incluziune de aer este foarte sensibilă la ionizare şi poate provoca ruperea dielectricului.

Ecranul ulterior este absolut necesar, începînd de la 10 kV, pentru a suprima orice ionizare posibilă a suprafeţei izolantului: el constă, în general, dintr-o foaie de cupru înfăşurată cu acoperire.

Proprietăţile electrice ale polietilenilor fiind practic independente de umiditatea ambiantă, învelişul de plumb este înlocuit printr-unul de clorură de polivinil extrudat deasupra ecranului, suficient pentru protecţia cablului.

Autorul dă apoi cîteva caracteristici ale acestor cable: tensiunea pînă la 22 kV între faze, temperatura de funcţionare 60°C, temperatura maximă de scurtcircuit (timp de o secundă) de 100°C pentru polietilen şi 140°C pentru clorura de polivinil, secţiunea maximă a conductoarelor — 185 mm².

În continuare se prezintă încercările efectuate cu aceste cable. Cablele din materiale termoplastice prezintă o limită de ionizare, funcţie de incluziunile de aer, care, dacă nu depăşeşte o anumită valoare, nu este periculoasă. Această limită este tensiunea la care încep să se producă descărcări în golurile izolantului. Determinarea acestei limite se face în două moduri:

— prin apariţia descărcărilor de înaltă frecvenţă pe ecranul unui oscilograf catodic;

— prin ridicarea curbei $\operatorname{tg} \tau = f(V)$;

Se dau apoi cîteva exemple de construcţie de cutii de cap de cablu, interioare şi exterioare.

E. P.

CZ 621.312.612

Utilizarea răşinilor epoxidice pentru ceramica electrotehnică. [După Zdinek Hanzlicek: Sklar a Keramik, (1957) 10, 297–298].

Folosirea pe scară largă a răşinilor cu grupul epoxi se bazează pe proprietăţile lor excelente ca material de lipit, chituri şi lacuri.

În industria de produse ceramice, folosite în electricitate, aceste răşini se folosesc sub denumirea epon (american), aralit (elveţian) şi upon (cehoslovac). Pentru materiale electrice din porţelan este foarte potrivit produsul cehoslovac, similar cu cel elveţian, fiind fabricat în două variante: upon 1200/P şi upon 1001/P.

Pentru folosirea uponului 1200/P ca lac, la o anumită cantitate de răşină se adaugă diluat (acetona), astfel încît să se obţină un produs care să poată fi aplicat cu pensula. În amestecul astfel preparat se adaugă cantitatea necesară de agent de solidificare. Lacul upon 1200/P poate fi folosit cu succes la fabricarea pieselor ceramice de înaltă tensiune.

Lacul upon colorat mai poate fi folosit la repararea defectelor superficiale la izolatoare de porţelan de dimensiuni mari, fără ca această operaţie să exercite vreo influenţă asupra proprietăţilor electrice sau tehnice ale izolatoarelor. Piese de dimensiuni mai mici pot fi reparate cu smalţ, fiind apoi supuse la o nouă ardere. În cazul pieselor de dimensiuni mari, a doua ardere este legată de pericolul defectării şi nu prezintă economicitate.

Printre avantajele pe care le prezintă utilizarea lacului upon, menţionăm obţinerea unei suprafeţe tari, lucioase, cum şi rezistenţa superioară a suprafeţei rezultate. Pentru obţinerea lacului colorat se pot adauga diferiţi pigmenţi (oxid de fier, bioxid de magnan, oxid de zinc).

Upon 1200/P are următoarele proprietăţi electrice:

— straturi subţiri de protecţie de circa 0,06 mm au o rezistenţă electrică la penetranţă 5,5–6 V, care nu prezintă variaţii după încălzirea la 100°C timp de 104 ore;

— unghiul de pierderi este de 0,6–0,8%, rămîne stabil după 24 ore la umiditatea 80%;

— $\operatorname{tg} \delta = 3{,}7 \cdot 10^{-3}$ (800 Hz);

— rezistenţa de izolaţie: $8 \cdot 10^{12}$;

În cazul fabricării unor piese cu o configuraţie complicată şi pretenţioase din punct de vedere tehnologic, uponul poate fi folosit ca chit. În acest caz produsul final este alcătuit din mai multe elemente componente, ale căror suprafeţe se şlefuiesc cu un polizor înainte de lipire. Acest procedeu a fost aplicat cu succes la fabricarea unor piese importante, montate în sectorul de cercetări ştiinţifice. Astfel s-au confecţionat izolatoare de trecere, care au o formă foarte complicată şi a căror producţie este adesea legată de importante rebuturi. Caracteristicile electrice şi mecanice ale pieselor obţinute prin aplicarea acestui procedeu au fost satisfăcătoare. De asemenea chitul de upon a fost folosit pentru straturi de protecţie la borne de condensator pînă la înălţimea de 2 000 mm, confecţionate din 17 piese separate cu un diametru relativ mic. Recent uponul a fost folosit la lipirea unor izolatoare mari cu înălţimea de 2 600 mm şi greutatea de circa 300 kg.

Pentru lipit se foloseşte, de preferinţă, upon 1 200/P, care din punct de vedere tehnologic prezintă avantajul că întărirea decurge chimic şi are loc la temperatura camerei, în timp ce uponul 1 001/B, deşi superior din punct de vedere mecanic, se întăreşte numai la căldura de circa 200°C.

Unul dintre avantajele pe care le prezintă uponul constă în faptul că el poate fi folosit pentru repararea pieselor speciale, care nu pot fi înlocuite imediat prin piese de rezervă, operaţia putînd fi efectuată pe loc, fără să fie nevoie de demontare.

La operaţiile de lipire cu chit suprafeţele respective trebuie să fie perfect curate. Lipirea se face fără o şlefuire prealabilă, iar chitul trebuie întins cît mai uniform. Se va evita, în special, pătrunderea grăsimilor pe locul de lipire. Suprafeţele lipite se vor degresa în prealabil cu tricloretilenă. În timpul lipirii piesele nu se vor supune la o solicitare, presiunea necesară fiind de cel mult 0,2 kg/cm². Aproximativ după 1–2 ore de la dizolvare, uponul se îngroaşe şi devine inutilizabil. Uponul 1 200/P se întăreşte după 24–48 ore, la temperatura de 20°C. La temperatură mai ridicată timpul de întărire se scurtează:

la 50°C	3 — 5 ore
la 100°C	20–30 min

Metoda de preparare şi procedeul de aplicare a uponului 1 001/B este aceeaşi ca şi pentru upon 1 200/P.

Cu upon 1 001/B se obţine o rezistenţă mecanică mai bună, în schimb caracteristica electrică a uponului 1 200/P este mai bună (rezistenţă la străpungere).

Pentru folosirea chitului de lipit din upon 1 001/B piesele de lipit se încălzesc în prealabil la temperatura de circa 130°C. Întărirea se obţine la temperatura de circa 180°C în aproximativ 6 ore.

Rezistenţa la rupere în secţiune a lipiturii variază astfel:

Temperatura °C	kg/cm²
20	230
40	220
60	220
80	220
90	210
100	190
110	100
120	70

La încălzire peste 120°C chitul se înmoaie, însă după răcire revine din nou la rezistenţa iniţială.

Rezistenţa la acţiunea solvenţilor:

Solvent	Zile	Rezistenţa în secţiune kg/cm²
Apa 20°C	10	220
Apa 20°C	30	220
Apa 90°C	10	160
Apa 90°C	30	140
Benzina	10	240
Acetonă	10	230
Alcool metilic	10	220

Chitul rezistă la 20°C la acţiunea următorilor acizi şi alcali: HNO_3 30%, H_2SO_4 30%, HCl 30%, NaOH 50%, NH_4OH 30% timp de o săptămînă, fără ca rezistenţa lipiturii să scadă.

La benzină, ulei şi apă, la temperatura de 100°C, el rezistă timp de 24 de ore.

Rezistenţa la străpungere a legăturilor lipite : piese de porţelan cu grosimea de 708 mm au rezistat la străpungere la tensiunea de 40—50 kV. Piesele nechituite au rezistat la tensiunea de 50—70 kV. În multe cazuri porţelanul s-a fisurat în afara locului chituit. *I. T.*

CZ 621.791.736.2

Sudură

Sudura cap la cap a conductoarelor din aluminiu prin presiune la rece [După A. M. Rura: Vestn. Electroprom. **28** (1957) 10,59—65].

În ultimii ani se folosesc mult în industrie cablurile şi conductoarele fabricate din aluminiu. Dificultăţile legate de lipirea acestor conductoare, au necesitat căutarea altor metode mai eficiente de îmbinare. Cercetările efectuate în U. R. S. S. au demonstrat posibilitatea practică a realizării sudurii la rece, prin contact sub presiune.

Elementul tehnologic principal al acestui procedeu, respectiv presiunea de contact a fost obiectul unor studii determinîndu-se valori între 16 şi170 kg/mm² în funcţie de tipul materialului şi modul de îmbinare. S-au făcut încercări de rezistenţă la rupere şi la îndoire.

Gradul de deformare al conductorului în urma sudurii a fost măsurat la presiuni de contact de 152 kg/mm² şi este în limite de 59—78%. S-a stabilit că deformarea optimă nu trebuie să fie mult micşorată întrucît afectează calitatea sudurii. În articol se descrie tehnologia pregătirii suprafeţelor înainte de sudură şi se analizează mecanismul însăşi al sudurii.

Se prezintă desene şi fotografii ale dispozitivelor de sudură şi în special ale agregatului MXC-8 folosit la sudarea conductoarelor din aluminiu şi cupru cu secţiuni pînă la 100 mm² şi dezvoltînd o presiune de 25 t.

A. B.

Utilizări electrotehnice

CZ 621.369.3

Incălzirea electrică a încăperilor şi calculul corespunzător. [După W. Radehaus: Elektrotechn. Z.-B. **10** (1958), 1, 17—20].

Avantajele încălzirii electrice sînt: deservirea comodă, permanenta stare de funcţionare, randamentul maxim, ocuparea unui spaţiu restrîns şi funcţionarea fără zgomot. Pe de altă parte preţul încă ridicat al energiei electrice limitează utilizarea acestei încălziri la încălzitul temporar şi local (şcoli, săli de şedinţe, camere de aşteptare şi de baie, încălzit local în ateliere etc.).

Comparîndu-se încălzirea prin radiaţie şi convecţie se explică fenomenul „răcirii fiziologice" cum şi noţiunea de „temperatură simţită" într-un spaţiu.

Se defineşte „coeficientul de radiaţie", care este utilizat apoi într-un exemplu de calcul, spre a se obţine căldura primită într-un punct oarecare (W/cm²) de la o suprafaţă radiantă. Efectul fiziologic al acestei călduri (W/cm²) asupra omului este indicat sub formă de tabelă.

Relativ la încălzirea prin convecţie se indică în două diagrame, atît necesarul specific de căldură cît şi puterea absolută instalată pentru diferite mărimi şi categorii de hale industriale. Cu ajutorul acestor diagrame se calculează apoi un exemplu practic (pentru o hală industrială de 60 000 m³).

Trecîndu-se la preţul de cost, se dă de asemenea un exemplu de calcul, avînd ca rezultat costul anual al încălzirii unei încăperi în condiţiile date.

Gh. C.

Cărţi noi

Hütte IV A — Elektrotechnik — partea— A **Tehnica curenţilor tari** — 946 pag. 2 104 fig., 205 tabele, ed. 28- Ed. Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin, 1957.

Ediţia 28-a a binecunoscutului manual Hütte consacră electrotehnicii două volume separat. În ediţiile precedente electrotehnica constituia numai o parte a volumului II. Pentru a prezenta voluminosul material într-o formă cît mai practică întregul domeniu al electrotehnicii a fost împărţit în două volume, şi anume :

Vol. IV-A : Tehnica curenţilor tari şi tehnica iluminatului
Vol. IV-B : Tehnica telecomunicaţiilor.

Vol. IV-A, apărut recent, cuprinde următoarele capitole principale :

Tehnica curenţilor tari :

- Introducere
- Maşini electrice
- Acţionări electrice
- Transformatoare, bobine de inductanţă, condensatoare
- Întreruptoare
- Producerea, transportul şi distribuţia energiei electrice
- Dispozitive de protecţie
- Redresoare
- Electrocăldura
- Ultrasunete
- Elemente şi acumulatoare
- Prescripţii, scheme, norme
- Materii prime
- Norme importante

Tehnica iluminatului:

- Noţiuni de bază, măsuri, calcul şi aprecieri
- Tehnica corpurilor de iluminat
- Tehnica iluminatului.

Toate capitolele corespund stadiului celui mai înaintat al tehnicii actuale. Afară de normele germane sînt luate în considerare şi normele străine, iar tabelele de materiale pentru izolanţi şi dielectrici organici şi anorganici uşurează mult lucrul.

Indexul albafetic conţine peste 4 000 de termeni.

N.K.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS MÚZEUM

S O M M A I R E

*** : **Le relèvement du niveau de l'activité des cercles techniques de l'Association Scientifique des Ingénieurs et des Techniciens (A.S.I.T)**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 229

*** : **Fête organisée en l'honneur du Professeur universitaire, ingénieur D. Leonida**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 231

CD 621.313.361 :621.313.14
Fransua Al., Bichir I., Burlea G. : **Comparaison entre les petits moteurs électriques à collecteur et à caractéristique série**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 233

On compare les performances des petites machines série à collecteur de construction classique aux celles obtenues par la machine sans enroulement statorique. On prouve que la dernière présente des avantages appréciables sur les petites machines de construction courante.

CD 621.316.923.2
Lupaș O. : **Relation entre le courant minime de fusion et le diamètre des fils des coupe-circuits fusibles**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 235

On établit une formule générale de relation entre le courant minime de fusion et le diamètre d'un fil de grande longueur placé en l'air. On compare les résultats donnés par cette formule avec ceux obtenus par des expériences directes sur les fils de Cu et d'Ag, en trouvant une bonne concordance.

NOTE

CD 621.3.016.1 :621.313.33
Nedelcu V. N. : **Sur l'expression du couple électro-magnétique développé par la machine asynchrone**
Electrotehnica **6** (1958) 7, 238

On démontre l'équivalence de deux formules distinctes utilisées au calcul des couples dans les machines asynchrones.

CD 621.3 :413.164 :00
C E I

Vocabulaire électrotechnique international — Groupe 05 — Définitions fondamentales (Version roumaine avec commentaires).
Electrotehnica **6** (1958) 7, 240

Cărți sovietice în domeniul electrotehnicii programate pentru editare pe anul 1958 de către Gosenergoizdat

Bulgakov A.A.:

Dispozitive electronice pentru comanda automată (Elektronnie ustroistva avtomaticeskogo upravlenia) ed. 2. Apariția trim. II.

Amplificatoarele dispozitivelor electronice de comandă. Amplificatoare de putere cu tiratroane. Comanda rețelelor cu tiratroane. Dispozitive de acționare electrică cu tiratroane pentru curent continuu și alternativ. Proiectarea și calculul schemelor cu aparate construite cu semiconductoare.

* * *

Kulikovski L.F. și *Melik-Sahnazarov A.M.:*

Compensatoare de curent alternativ (Kompensatori peremennogo toka). Apariția trim. II. 1958.

Circuitele de măsură ale compensatoarelor de curent alternativ. Procesul de echilibrare al compensatoarelor de curent alternativ. Sensibilitatea și erorile compensatoarelor. Compensatoare automate de curent alternativ. Folosirea compensatoarelor de curent alternativ.

* * *

Sun Su-Fo:

Măsurarea puterii în circuite polifazate cu ajutorul aparatelor cu semiconductoare (Izmerenie moșcinosti v mnogofaznih țepeah posredstvom poluprovodnikovih priborov) (trad. din lb. engleză). Apariția trim. II. 1958.

Aplicarea efectului Hall în aparatele de măsurare a puterii în monofazat și trifazat.

* * *

Izolația spirelor în mașinile electrice (Vitkovaia izoleația electriceskih mașin) Sub redacția lui Mamikonianț L.G. Apariția trim. IV- 1958).

Distribuția tensiunii în bobinajul mașinilor electrice la încercarea izolației între spire, supratensiuni de comutare și alte efecte asupra izolației spirelor, rezistență electrică a izolației spirelor, instalații pentru încercarea izolației secțiilor și pentru încercări preventive, utilizarea aparatelor VCF-1 și VCF-2, controlul și încercarea izolației spirelor bobinajelor în cursul fabricației și exploatării.

* * *

Kuznețov N.I.:

Încercările și exploatarea ambreiajelor electrice de alunecare (Ispitania i expluatația electromuft skoljenia). Apariția trim. II. 1958.

Construcția ambreiajelor electrice de alunecare, folosite în sistemul dispozitivului principal de acționare al excavatorului, considerații de ordin constructiv, privitor la ambreiajele cu inerție mică, încercările pe stand în funcțiune ale ambreiajelor electrice de alunecare, scheme de comandă ale ambreiajelor.

* * *

Nürnberg B.:

Încercarea mașinilor electrice (Ispitanie elektriceskih mașin) (trad. din lb. germană). Apariția trim. III. 1958.

Material sistematizat, privitor la metodele moderne de încercare a mașinilor electrice. Încercările transformatoarelor. Măsurarea mărimilor electrice și mecanice.

* * *

Sarov V.S.:

Ambreiaje electromagnetice de alunecare (Elektromagnitnie mufti skoljenia). Apariția trim. III. 1958.

Teoria și calculul electromagnetic al ambreiajelor de alunecare. Procesele care au loc în ambreiajele de alunecare, materiale privitoare la determinarea dimensiunilor principale ale ambreiajelor. Elementele constructive principale și clasificare. Recomandări pentru alegerea materialelor.

* * *

Gherascenko G.V.:

Scurt îndreptar pentru confecționarea bobinelor din aparatele electrice (Kratkoe spravocinoe rukovodstvo po izgotovleniu katușek elektroapparatov). ed. 2. Apariția trim. II. 1958.

Date privitoare la bobinaj și la construcțiile bobinelor pentru mașini electrice și aparate de joasă tensiune (contactoare, relee, automate etc.).

* * *

Gurvici V.B. și *Kaplan V.V.:*

Întreruptoare cu ulei puțin pentru substații și dispozitivele de acționare respective (Malomasleanie podstanționnie vikliuceateli i privodi k nim). Apariția trim. III. 1958.

Construcția întreruptoarelor cu ulei puțin și elementele lor componente. Dispozitivul de acționare și transmisia de la dispozitivul de acționare la întreruptor. Montaj și reglare. Instrucțiuni pentru exploatare și reparații.

E 2040

R

REFA

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
OBMEH - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

KAT

ELECTROTEHNICA

8

Electrotehnica — Bucureşti

Anul 6 ★ nr. 8 ★ august 1958

Către cititorii noştri

Urmărind îmbunătăţirea continuă a conţinutului şi a formei revistei noastre, Comitetul de redacţie a luat numeroase măsuri, al căror scop este de a face revista mai utilă, mai documentată şi mai atrăgătoare masei cititorilor. Unele din aceste măsuri necesită explicaţii şi o îndrumare pentru a asigura o întrebuinţare raţională a revistei. Unele explicaţii se dau mai jos, iar pentru informaţii de detaliu rugăm pe cititorii noştri să se adreseze direct redacţiei revistei noastre.

Revista are următoarele părţi : partea de fond, partea documentară şi inseratele.

1. Partea de fond *conţine : articole, note discuţii, referate, recenzii, norme şi standarde şi cronica. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică şi o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detaşeze şi să se lege formînd colecţia revistei.*

1.1. Articole. *Articole de fond privind luări de poziţii, comentarii faţă de evenimente politice, economice şi tehnicele importanţă mare.*

Articole de tehnico - ştiinţifice, tehnico - economice sau tehnologice (4— 6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză, se publică în condiţiile comunicate autorilor pe prima contrapagină a numerelor revistei din anul 1957. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacţională destinată a situa articolul în tematica revistei şi în problematica actuală a domeniului, cu sublinierea importanţei sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a uşura regăsirea unui articol într-o colecţie de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care împreună cu fişele documentare ale sumarelor în limba romînă şi în patru limbi străine permit identificarea obiectului articolelor şi pentru cititorii străini care nu cunosc limba romînă.

În acelaşi timp sumarele pe fişe (v. mai jos) şi tablele de materii anuale, pe 5 ani etc. dau posibilitatea regăsirii uşoare a unui articol în colecţie.

1.2. Notele *sînt expuneri mai scurte şi de o importanţă mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal şi se introduc în sumarele anuale.*

1.3. Discuţii *asupra unor lucrări sau articole apărute constînd dintr-o luare de poziţie şi un răspuns, se admit fără ca Redacţia să ia un angajament sau responsabilitate în ce priveşte părerile exprimate. Discuţiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori şi cititori.*

1.4. Referatele *sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din ţară şi din străinătate care se consideră de către redacţie a fi interesante şi utile cititorilor. Indicaţia bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele şi referinţe bibliografice).*

1.5. Recenzii *sînt prezentări mai ample şi critice ale unor lucrări de anvergură, cărţi monografii, dizertaţii. Recenzorii se aleg de către redacţie printre persoanele competente în domeniul respectiv şi care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă şi să permită îmbunătăţiri la o nouă ediţie.*

1.6. Norme şi standarde *este o rubrică de prezentare a ultimilor ştiri privind redactarea şi apariţia de norme şi standarde electrotehnice în ţară şi străinătate (norme internaţionale).*

1.7. Cronica *serveşte la anunţarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii : congrese, conferinţe, aniversări, comemorări etc.*

2. Partea documentară *a revistei este mult amplificată faţă de trecut avînd în vedere nevoia acută de a promova şi îmbunătăţi documentaţia tehnico-ştiinţifică în masa inginerilor şi tehnicienilor electricieni.*

2.1. Sumarele *sînt redactate în cinci limbi sub formă de fişe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificaţie zecimală şi referinţe bibliografice normale (denumirea şi numărul revistei se repetă pe fiecare fişă). Dispuse pe fanioane care se detaşează la scoaterea broşelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate şi ordonate în fişiere bibliografice individuale, ca şi:*

2.2. Titlurile *unor articole recente din periodice din ţară şi străinătate, care pot să prezinte interes pentru inginerii sau tehnicienii noştri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4.).*

3. Inseratele sînt :

3.1. Anunţuri *de evenimente şi apeluri către cititori sau autori.*

3.2. Reclame *şi prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi electrotehnice din ţară şi străinătate.*

Condiţiile pentru inserarea de anunţuri şi reclame se comunică de către redacţie celor interesaţi.

Redacţia speră a fi acţionat în interesul cititorilor luînd aceste măsuri şi îşi propune ca obiectiv şi în viitor să facă revista cît mai utilă, mai interesantă şi cît mai vie.

Revista „Electrotehnica", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Grele **Editor** : Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia : Bucureşti, Str. Ion Ghica nr. 3, telefon 16.78.78. Administraţia şi Casieria : Bucureşti, Cal. Victoriei, 118, telefon 14 06 24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic ilustrativ apărut în revistă cît şi cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual : pentru întreprinderi lei 96, individual lei 30. Preţul unui exemplar : lei 5. Abonamentele se primesc la sediul administraţiei sus indicate. Tiparul ; Intreprinderea Poligrafică nr. 3. Bucureşti.

ELECTROTEHNICA

Anul 6 Nr. 8 august 1958

SUMAR

* * * : **Folosirea paşnică a energiei termonucleare**
Electrotehnica, **6** (1958) 8, 276—279

CZ 621.3.018.7:513.882
Ionescu V. : **Aplicaţii ale spaţiilor Hilbert la studiul regimului deformant**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 280—286

Pentru o sistematizare matematică mai generală a teoriei fenomenelor deformante se încearcă o aplicare a proprietăţilor spaţiilor Hilbert la studiul acestei probleme. În prima parte se expun, pe scurt, noţiunile şi teoremele generale referitoare la spaţiile Hilbert. Se introduce pseudoprodusul vectorial, puterea complementară, reactivă şi deformantă, demonstrîndu-se proprietăţile conservative ale acestora.

CZ 621.313.224 :621.316.719.3
Stoica V. : **Maşina de curent continuu cu excitaţie mixtă, cu înfăşurarea de excitaţie serie conectată în punte Graetz, în regim de frînă cu recuperare**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 286—291

Se prezintă o schemă de conectare a înfăşurării serie, care măreşte eficacitatea frînării. Studiul teoretic al schemei e însoţit de încercări experimentale efectuate la Institutul Energetic din Moscova sub îndrumarea prof. dr. D. P. Morozov.

CZ 621.314.222.6 :621.317.333.82
Căprariu F., Cîrstea D., Costina D., Marx A. şi *Máthé B.* : **Încercările transformatoarelor de forţă la impuls de tensiune**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 291—302

În articol se dă o analiză a metodelor de încercare la impuls de tensiune a transformatoarelor de forţă din diferite ţări. În continuare se arată experienţa uzinei Electroputere în acest domeniu. Sînt prezentate schemele de încercare şi măsură cum şi oscilogramele obţinute. Pentru detectarea defectelor se descrie o sondă electromagnetică construită în fabrică.

CZ 621.314.6 :621.355.035.61
Şapira S. şi *Nistor Gh.* : **Redresor stabilizat pentru încărcarea automată a bateriilor de acumulatoare**
Electrotehnica, **6** (1958) 8, 302—305

După un studiu detaliat al proceselor de încărcare a bateriilor de acumulatoare, se ajunge la concluzia că încărcarea optimă se obţine cu ajutorul unui redresor stabilizat printr-un procedeu automatizat. Se studiază schema care asigură încărcarea optimă şi se dau rezultatele experimentale obţinute pe o instalaţie construită în cadrul Institutului de Cercetări Electrotehnice (ICET).

NOTE

CZ 621.372.44
Timotin Al. : **Mărimi conservative în reţelele electrice neliniare**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 306—309

CZ 621.318.1
Ivaşcu V. : **Noi materiale magnetice realizate la Institutul de Cercetări Electrotehnice (ICET)**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 309

REFERATE, 309
LIBRARIE, 312
CRONICA, 312
ACTIVITATEA ASIT, 314

CONTENTS

* * * : **Peaceful use of the thermo-nuclear power**
Electrotehnica, **6** (1958) 8, 276—279.

DC 621.3.018.7 :513.882

Ionescu V. : **Applications of Hilbert's spaces to the study of deforming operating conditions**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 280—286

For a more general mathematical systemising of deforming phenomena theory, an application of Hilbert's spaces properties to the study of this problem is being tried. In the first part, the notions and general theorems regarding Hilbert's spaces are briefly exposed. The vectorial pseudo-product, the complementary reactive and deforming power are introduced and their conservative properties are demonstrated.

DC 621.313.224 :621.316.719.3

Stoica V. : **Direct current machine with mixed excitation and series excitation winding, connected in Graetz bridge in recuperation brake conditions**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 286—291

A series winding connexion scheme increasing brake effect is being presented. The theoretical study of the scheme is accompanied by experimental tests achieved at the Institute of Power Economy from Moscow under Prof. Dr. D. P. Morozov's direction.

DC 621.314.222.6 : 621.317.333.82

Căprariu F., Cîrstea D., Costina D., Marx A., and *Máthé B.* : **Tests of power transformers with impulse voltage**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 291—302

An analysis of test methods on power transformers with pulse voltage from several countries is presented. Further on, the experience of the factory „Electroputere", in this field is shown. The testing and measuring schemes as well as the obtained oscillograms are exposed. An electromagnetic sounder developed in this factory for detecting the faults is being described.

DC 621.314.6 :621.355.035.61

Şapira S. and *Nistor Gh.* : **Stabilized rectifier for automatical charging of storage batteries**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 302—305

After studying in detail the charging processes of storage batteries it is come to the conclusion that the optimum charging may be attained with the help of a stabilized rectifier by means of an automatized procedure. The scheme ensuring optimum charging is discussed and the experimental results got on a plant, constructed within the Institute of Electrical Engineering Research (ICET) are indicated.

NOTES

DC 621.372.44

Timotin Al. : **Conservative quantities in non-linear electrical networks**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 306—309

DC 621.318.1

Ivaşcu V. : **New magnetic materials achieved at the Institute of Electrical Engineering Research (ICET)**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 309

ABSTRACTS, 309
PATENTS, 309
CHRONICLE, 312
ASIT—ACTIVITY, 314

СОДЕРЖАНИЕ

* * * **Мирное использование термоядерной энергии**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 276—279

Д. К. 621.3.018.7 :513.882

Ionescu V.: **Применение Гильбертовых пространств для исследования несинусоидальных режимов электрических сетей.**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 280 — 286

Для более общей математической систематизации несинусоидальных (искажающих) режимов электосетей, предлагается использование свойств Гильбертовых пространств. В первой части вкратце излагается общие сведения из теории Гильбертовых пространств. Далее вводится векторное псевдопроизведение, дополнительная, реактивная и искажающая мощности и и доказываются их консервативные свойства.

Д. К. 621.313.224 : 621.316.719.3

Stoica V.: **Машина постоянного тока смешанного возбуждения, с сериесной обмоткой включенной в мосте Гритца, в режиме рекуперативного торможения**
Electrotehnica **6** (1958) 8,283 — 291

Предлагается схема включения сериесной обмотки возбуждения, повыщающая эффективность торможения. Теоретические исследования схемы подтверждаются экспериментальными данными, полученными в Московском энергетическом институте под руководством проф. Д. П. Морозова.

Д. К. 621,314.222.6 : 621.317.333.82

Căprariu F., Cîrstea D., Costina D., Marx U., Máthé B.; **Импульсное испытание силовых трансформаторов.**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 291 — 302

После краткого анализа методов импульсных испытаний силовых трансформаторов излагается опыт завода „Электропутере" из Крайовы. Приводятся испытательные и измерительные схемы, а также полученные осцилограммы. Для обнаружения повреждений предлагается электромагнитный зонд, разработанный заводом.

Д. К. 621.314.6 : 621.355.035.61

Şapira S., Nistor Gh.; **Стабилизированный выпрямитель для автоматической зарядки аккумулятирных батарей.**
Electrotehnica **6** (1958) 6, 302 — 305

После детального рассмотрения процесса зарядки аккумуляторных батарей, показывается, что оптимальная зарядка получается при помощи автоматизированного стабилизированного выпрямителя. Исследуется предложенная для этой цели схема и приводятся результаты испытаний, полученные на установке разработанной в Электротехническом исследовательском институте. (ИЧЕТ).

ЗАМЕТКИ

Д. К. 621.327.44

Timotin Al.; **Консервативные величины в нелинейных электрических цепях.**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 306 — 309

Д. К. 621.318.2

Ivaşcu V.; **Новые магнитные материалы разработанные в Электротехническом исследовательском институте. (ИЧЕТ).**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 309

РЕФЕРАТЫ, 309
ПАТЕНТЫ, 312
ХРОНИКА, 312
ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АСИТ, 314

INHALTSVERZEICHNIS

* * * : **Der friedliche Gebrauch der Kernwärmeenergie**
Electrotehnica, **6** (1958) 8, 276—279

DK 621.3.018.7 :513.882

Ionescu V. : **Anwendungen der Hilbert'schen Räume bei der Untersuchung des Verzerrbetriebes**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 280—286

Zur allgemeineren mathematischen Erfassung der Theorie des Verzerrbetriebes versucht man bei der Erörterung dieser Aufgabe die Eigenschaften der Hilbert'schen Räume zu Hilfe zu nehmen. Zunächst werden kurz die Begriffe und die allgemeinen Lehrsätze bzgl. der Hilbert'schen Räume dargelegt. Es werden das vektorielle Pseudoprodukt, die Komplementär- und Blindleistung eingeführt und dabei deren konservativen Eigenschaften erwiesen.

DK 621.313.224 :621.316.719.3

Stoica V. : **Die Gleichstromverbundmaschine, bei der die Hauptstromerregung als Graetzbrücke geschaltet ist, beim Bremsbetrieb mit Energierückgewinnung**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 286—291

Es wird eine Schaltung mit Hauptstromerregung gezeigt, welche die Bremswirkung verstärkt. Die theoretische Untersuchung der Schaltung wird durch praktische Versuche vervollständigt, die unter der Leitung von Prof. Dr. D. P. Morozov im energetischen Institut aus Moskau angestellt wurden.

DK 621.314.222.6 :621.317.333.82

Căprariu F., Cîrstea F., Costina D., Marx A., und *MáthéB.* : **Prüfung von Leistungstransformatoren bei Spannungsstössen**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 291—302

Es werden die Prüfungsmethoden angegeben, welche in den verschiedenen Ländern bzgl. des Verhaltens von Leistungstransformatoren bei Spannungsstössen angewandt werden. Ferner wird die Erfahrung gezeigt, welche das Werk „Electroputere" auf diesem Gebiete gewann. Es werden dabei die entsprechenden Prüf- und Messchaltungen sowie die erhaltenen Oszillogramme gezeigt. Zur Aufdekkung von Fehlern wird eine im Werk ausgeführte elektromagnetische Sonde beschrieben.

DK 621.314.6 : 621.355.035.61

Şapira S. und *Nistor Gh.* : **Stabilisierter Gleichrichter zur Selbstladung von Akkumulatorenbatterien**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 302—305

Nach einer eingehenden Untersuchung der Ladeprozesse bei Akkumulatorenbatterien, wird zu dem Schlusse gelangt dass die beste Ladung mit Hilfe eines durch ein automatisches Verfahren stabilisierten Gleichrichters erzielt wird. Es wird die Schaltung untersucht, welche die vorteilhafteste Ladung sichert. Dann werden die Versuchsergebnise angegeben, welche im ICET (Institut für Elektroforschungen) auf einer selbstgebauten Anlage erhalten wurden.

NOTEN
DK 621.372.44

Timotin Al. : **Konservative Grössen in nichtlinearen elektrischen Netzen**

Electrotehnica **6** (1958) 8, 306—309

DK 621.318.1
Ivaşcu V. : **Neue magnetische Werkstoffe, welche im ICET (Institut für Elektroforschung) hergestellt wurden**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 309

DOCUMENTIERUNG, 309
PATENTE, 309
CHRONIK 312
AUS DER A.S.I.T. — TÄTIGKEIT, 314

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 6 nr. 8 București, august 1958

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1883

Folosirea pașnică a energiei termonucleare

La 1 septembrie 1958, s-a deschis la Geneva cea de a doua Conferință Internațională pentru folosirea energiei atomice în scopuri pașnice.

Conferința s-a desfășurat în ședințe plenare și în paralel în ședințe tehnice pe secții.

În ședințele plenare s-au dezbătut probleme de importanță esențială pentru progresul tehnic al omenirii, ca :

— **Producția viitoare de energie electrică pe bază nucleară,** în care diferitele țării au prezentat planurile lor de dezvoltare în acest domeniu al energeticii.

— **Cunoștințe dobîndite în domeniul funcționării centralelor atomoelectrice,** în care s-a adus la cunoștință experiența de exploatare și indicii tehnico-economici realizați în centralele atomoelectrice în funcțiune.

— **Proiecte de realizare a unor noi centrale atomoelectrice** în curs de construcție.

— **Utilizarea energiei atomice în alte scopuri energetice decît producerea de energie electrică,** cum sînt : propulsia navelor, producerea de căldură etc.

— **Progrese realizate în folosirea izotopilor radioactivi.**

— **Experiența practică în domeniul igienei și securității,** în instalațiile de cercetare și folosire a energiei atomice. În cadrul acestor ședințe s-au discutat rezultatele obținute pînă în prezent, în timpul funcționării instalațiilor, în probleme de sănătate și tehnica securității personalului care le deservesc.

— **Descoperiri recente în fizica particulelor elementare.**

Conferința a luat cunoștință de cele mai noi descoperiri prin rapoarte întocmite pe bază de invitație.

— **Posibilitatea realizării de reactoare cu fuziune controlată.** În ședința plenară s-au dezbătut liniile directoare, pe care se dezvoltă folosirea pașnică a energiei termonucleare, iar aspectele științifice și tehnice s-au discutat în ședințe tehnice paralele.

— **Dezvoltarea colaborării internaționale în domeniul energiei atomice în cursul ultimilor ani.**

— **Recrutarea și formarea cadrelor tehnice.**

Ședințele tehnice paralele s-au ținut în 4 secții și anume :

În *Secția 1* — s-au dezbătut aplicațiile fundamentale ale chimiei în domeniul energiei atomice, proprietățile materialelor utilizate în construcția reactoarelor, tratarea cartușelor active iradiate și a deșeurilor radioactive.

În *Secția 2* — s-au discutat problemele privind fuziunea și fisiunea nucleară, fizica particulelor elementare și constantele nucleare, teoria și calculul reactorilor, ciclurile de combustiune și economia energetică nucleară, prototipurile de generatoare nucleare și reactoare experimentale, de cercetări și încercări.

În *Secția 3* — s-au prezentat problemele legate de dozimetrie și norme internaționale, utilizări ale izotopilor radioactivi în medicină, biochimie, fiziologie, tehnologie industrială și agricultură ; efectele biologice ale radiațiunilor și protecția contra acestora, repercusiunile utilizării generalizate a energiei atomice în domeniile metrologiei și oceanografiei.

În *Secția 4* — s-au dezbătut probleme metalurgice și anume : resurse de materii prime, prepararea minereurilor, extracția și purificarea uraniului și thoriului, metode de separare a izotopilor precum și prepararea altor materii prime necesare în industria energiei atomice, cum sînt : grafitul, zirconiul, beriliul și altele care trebuie produse în mari cantități și în stare foarte pură.

Pentru întîmpinarea acestei manifestări importante, care unește eforturile oamenilor de știință din toate țările în vederea utilizării energiei nucleare numai pentru binele oamenirii, Uniunea Sovietică a pregătit o serie de contri-

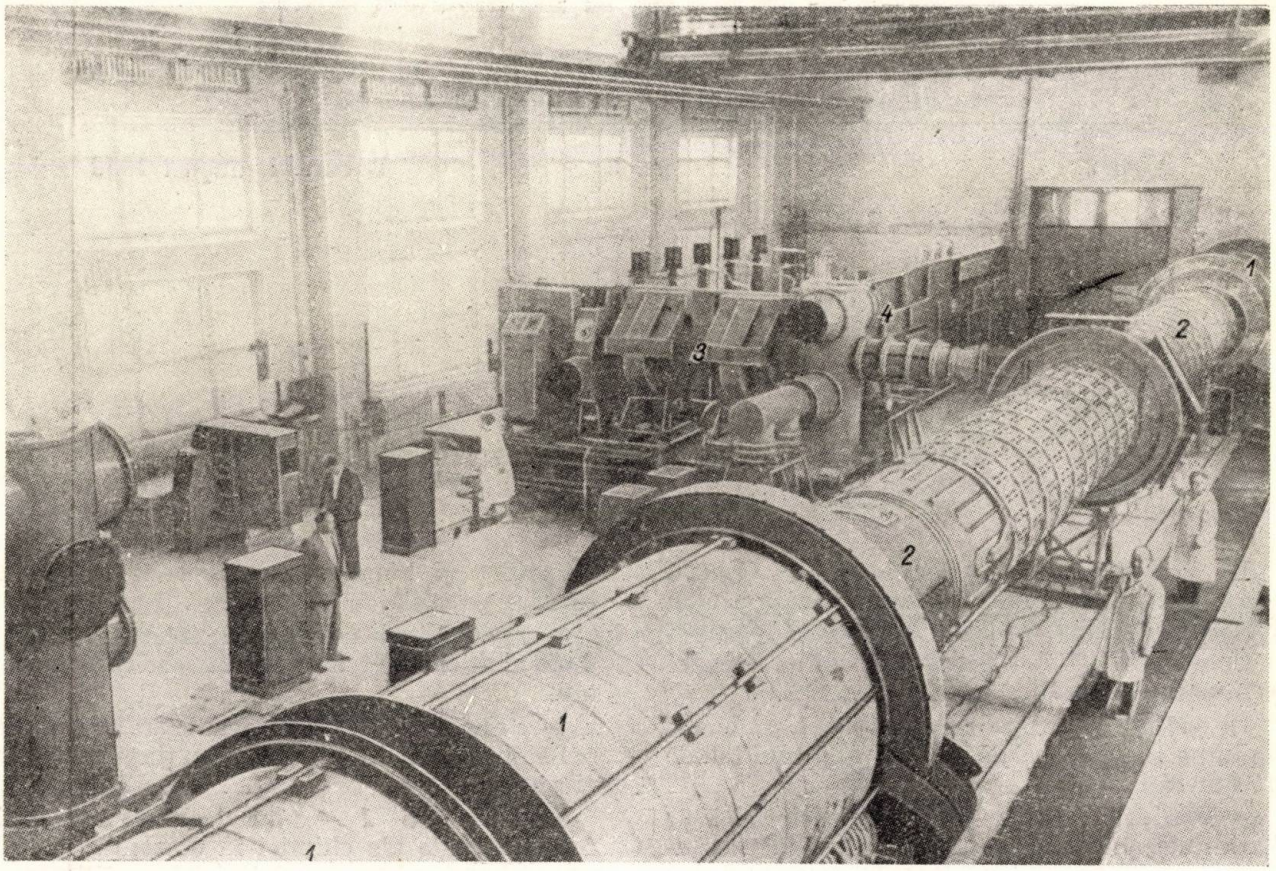


Fig. 1. Vederea generală a instalației OGRA cu solenoizii îndepărtați.

1 — solenoizii; *2* — camera de vid; *3* — injectorul de ioni; *4* — alimentarea de înaltă tensiune a sursei injectorului.

buții importante pe care oamenii de știință sovietici, sprijiniți de P.C.U.S. și de guvern, le-au realizat pînă prezent în domeniul folosirii pașnice a energiei atomice.

Din mulțimea de realizări pe această linie, cea mai importantă este — fără îndoială — contribuția la obținerea reacțiilor termonucleare controlate.

Academicianul I. V. Kurceatov, același care a făcut încă în anul 1956 prima comunicare despre lucrările sovietice pînă atunci necunoscute în domeniul fuziunii termonucleare*), a publicat în numărul din august al revistei „Atomaia Energhia" un articol despre unele lucrări ale Institutului de energie atomică al Academiei de Științe a U.R.S.S., în care arată marile progrese realizate în ultimul timp în același domeniu.

Aceste lucrări, începute de academicienii A. D. Saharov și I. E. Tamm, dintre care ultimul este autorul lucrării cunoscute despre teoria electricității, au avut ca obiectiv izolarea termică a unei plasme dintr-un arc electric pentru crearea temperaturilor de ordinul a zecilor de milioane de grade necesare amorsării reacțiilor de fuziune. Ceea ce este extrem de important pentru inginerii electricieni și va influența probabil colaborarea viitoare între fizicieni și electricieni în această mare problemă, este faptul că metodele pentru concentrarea plasmei fac apel la cîmpuri magnetice puternice, iar arcul este produs prin descărcarea unei uriașe baterii de condensatoare în primarul unui transformator de impuls, al cărui secundar îl formează tocmai arcul electric în cauză. Proiectarea și manipularea acestor instalații nu se poate concepe fără o contribuție substanțială a inginerilor electricieni, familiarizați atît cu proprietățile arcului electric și cu instalațiile de impuls, cît și cu transformatoare de înaltă tensiune și cîmpuri magnetice puternice.

Academicianul Kurceatov a precizat că în cercetările și descărcările de mari curenți de impuls prin plasmă s-au utilizat atît camere toroidale, ca și în instalația „Zeta" construită în Anglia, cît și camere tubulare drepte.

În același institut s-a dezvoltat de către G. I. Budker în 1953—1957, o metodă care

*) I. V. Kurceatov: Despre posibilitatea producerii reacțiilor termonucleare într-o descărcare în gaz. Analele Romîno-Sovietice **11** (1957) 1 (20) 75—81.

nu necesită curenţi de intensitate foarte mare. Izolarea plasmei se realizează prin „dopuri" magnetice şi tuburi denumite „capcane adiabatice".

Pentru ridicarea suplimentară a temperaturii plasmei, se injectează ioni supraacceleraţi în capcană.

Cea mai mare instalaţie de acest fel, denumită „OGRA" şi realizată sub conducerea lui I. N. Golovin, se vede în fotografia alăturată, în care se disting uriaşi solenoizi, tubul de vid care conţine plasma arcului, injectorul de ioni şi instalaţia de impuls de înaltă tensiune.

Cîmpul magnetic al instalaţiei „OGRA" e produs de un solenoid cu diametrul mediu de 1,8 m, format din mai multe secţii care permit producerea unor cîmpuri de configuraţie dorită. Distanţa dintre centrele „dopurilor" magnetice poate atinge 12 m. Intensitatea cîmpului magnetic atinge 8000 Oe, iar în centrul capcanei 5000 Oe. Puterea maximă consumată de bobină reprezintă 4000 kW.

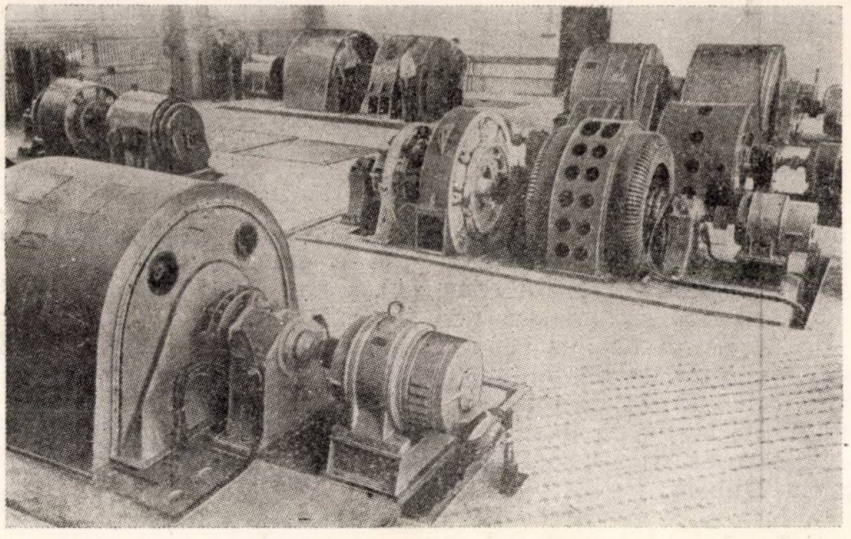


Fig. 2. Sala de maşini a instalaţiei OGRA.

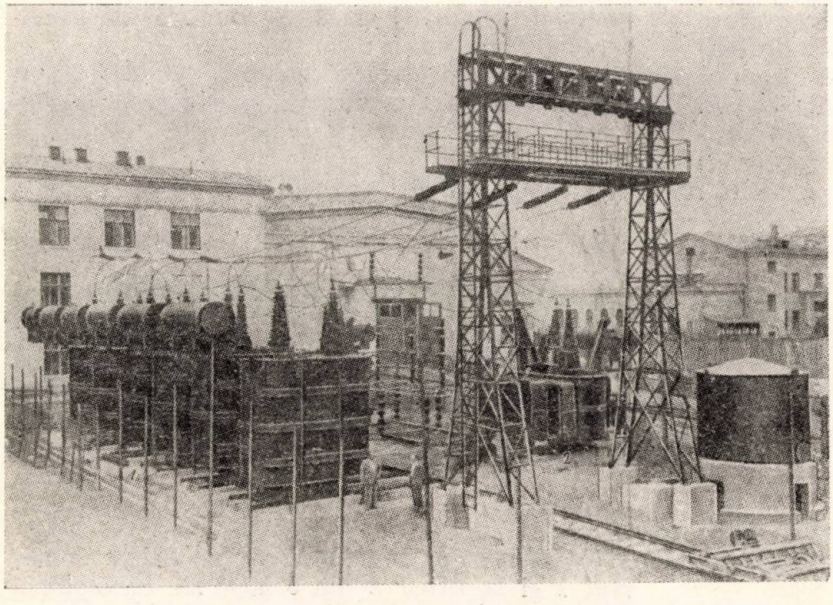


Fig. 3. Staţia de alimentare a instalaţiei OGRA.
1 — redresoare cu seleniu de înaltă tensiune pentru alimentarea injectorului; *2* — transformatorul principal.

Pentru alimentarea instalaţiei au fost necesare instalaţii anexe la a căror construcţie şi-au dat din plin concursul inginerii electricieni.

În figurile 2 şi 3 reproducem sala de maşini şi staţia de alimentare a instalaţiei OGRA. Cu toate aceste succese remarcabile, mai există încă numeroase dificultăţi pînă cînd se va ajunge la utilizarea energiei de fuziune pentru producerea directă de energie electrică.

Institutul de energie atomică din U.R.S.S. consideră că este imperios necesar a se uni eforturile privind cercetările în domeniul reacţiilor termonucleare controlate spre a găsi cu mijloace economice soluţii satisfăcătoare pentru utilizarea energiei de fuziune.

Aceste ştiri trebuie să umple de bucurie şi speranţă pe toţi oamenii muncii şi în special pe electricieni. Întîi pentru că electrotehnica pare că va avea un rol foarte important în utilizarea energiei termonucleare şi în al doilea rînd pentru că iniţiativa de colaborare exprimată atît de generos de către reprezentanţii autorizaţi ai ştiinţei sovietice serveşte la stabilirea unei atmosfere de mutuală înţelegere şi de încredere între oamenii de ştiinţă şi tehnicienii din toate ţările lumii, servind prin aceasta cauza păcii.

Aplicații ale spațiilor Hilbert la studiul regimului deformant

Lucrare distinsă cu premiul I pe țară la Sesiunea științifică de comunicări a Cercurilor Studențești

VLAD IONESCU — București*)

În lucrare se încearcă o sistematizare matematică mai generală a teoriei fenomenelor deformante, folosindu-se în acest scop proprietățile spațiilor Hilbert.

CZ 621.3.018.7 : 513.882

Importanța fenomenelor deformante este unanim recunoscută în electrotehnică. Teoria fizică a acestor fenomene a fost pusă la punct de Acad. prof. C. I. Budeanu [1].

O încadrare matematică mai generală deși a fost sugerată de autorul teoriei, nu a fost elaborată pînă în prezent.

Se constată că fenomenele deformante se descriu de fapt prin clase de funcții, care la o examinare mai atentă satisfac proprietățile unui spațiu Hilbert.

În lucrare se încearcă sistematizarea matematică a teoriei privită sub acest aspect. În acest scop se vor expune elementele matematice necesare.

I. Definiții, notații

1. Fie segmentul $I = [0,2\pi]$, fie **f** o funcție cu valori reale definită pe I cu proprietățile următoare : este mărginită, este aproape peste tot continuă și este aproape peste tot derivabilă. Fie **F** funcția definită pe toată dreapta care se obține prin extinderea periodică a lui **f**. Vom spune că **F** este o funcție de tip α.

Definiția 1. În regimul deformant vom considera mulțimea $\mathfrak{D}$ a funcțiilor de tip α adică :

$$\mathfrak{D} = \{\mathbf{F} \mid \mathbf{F} \text{ posedă proprietatea } \alpha\}$$

Definiția 2. Se numește putere activă funcția **P** definită pe $\mathfrak{D} \times \mathfrak{D}$ cu valori reale astfel :

$$\mathbf{P}(\mathbf{F},\mathbf{G}) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \mathbf{F}(x)\,\mathbf{G}(x)\,dx$$

Numărul real $\mathbf{P}(\mathbf{F},\mathbf{G})$ atașat perechii $(\mathbf{F},\mathbf{G})$ de funcții de tip α se numește puterea activă a funcțiilor **F** și **G**.

Definiția 3. Se numește valoare eficace funcția **Y** definită pe $\mathfrak{D}$, cu valori reale astfel :

$$\mathbf{Y}(\mathbf{F}) = \mathbf{P}(\mathbf{F},\mathbf{F})^{\frac{1}{2}}.$$

Numărul real $\mathbf{Y}(\mathbf{F})$ atașat funcției **F** de tip α se numește valoarea eficace a funcției **F**.

Definiția 4. Se numește putere aparentă funcția **S** definită pe $\mathfrak{D} \times \mathfrak{D}$, cu valori reale astfel :

$$\mathbf{S}(\mathbf{F},\mathbf{G}) = \mathbf{Y}(\mathbf{F}) \cdot \mathbf{Y}(\mathbf{G}).$$

Numărul real $\mathbf{S}(\mathbf{F},\mathbf{G})$ atașat perechii $(\mathbf{F},\mathbf{G})$ de funcții de tip α se numește putere aparentă a funcțiilor **F** și **D**.

Observația 1. Se vede cu ușurință că pentru orice funcție de tip α avem :

$$\mathbf{P}(\mathbf{F},\mathbf{F}) = \mathbf{S}(\mathbf{F},\mathbf{F}) = \mathbf{Y}(\mathbf{F})^2.$$

Aceste definiții și observații simple servesc ca punct de plecare pentru lucrarea de față, dat fiind că ele permit utilizarea unor noțiuni și rezultate clasice din teoria spațiilor Hilbert în studiul regimului deformant.

2. Vom trece acum la definirea spațiului Hilbert :

Definiția 1. O mulțime $\mathcal{S}$ se numește *spațiu vectorial real* [2] dacă se bucură de următoarele proprietăți :

a) Există o funcție definită pe $\mathcal{S} \times \mathcal{S}$, cu valori în $\mathcal{S}$ care la fiecare pereche (x,y) de elemente din $\mathcal{S}$ face să corespundă elementul $x + y$ din $\mathcal{S}$.

Această funcție are proprietățile :

1) $x + (y + z) = (x + y) + z$ (asociativă)

2) există un element 0 din $\mathcal{S}$ ca pentru orice x din $\mathcal{S}$:

$$x + 0 = x$$

3) pentru orice x din $\mathcal{S}$ există $-x$ în $\mathcal{S}$ ca :

$$x + (-x) = 0$$

4) $x + y = y + x$ (comutativă).

b) Există o funcție care la orice număr real λ și la orice x din $\mathcal{S}$ face să corespundă $\lambda x \in \mathcal{S}$. Această funcție are proprietățile :

1) $(\lambda + \mu)x = \lambda x + \mu x$

2) $\lambda(x + y) = \lambda x + \lambda y$

3) $(\lambda\mu)x = \lambda(\mu x) = \mu(\lambda x)$

4) $1x = x$.

Definiția 2. Fie $\mathcal{S}$ un spațiu vectorial real. O funcție care la orice x din $\mathcal{S}$ face să cores-

*) Ionescu este student la Institutul Politehnic București.

pundă un număr real $\| x \|$ se numește normă dacă :

1) $\|x\| \geqslant 0$ și $\|x\| = 0$ dacă și numai dacă $x = 0$

2) $\|x + y\| \leqslant \|x\| + \| y\|$

3) $\| \lambda x\| = | \lambda | \ \| x \|$.

Un spațiu vectorial real pe care s-a definit o normă este un *spațiu vectorial normat.*

Definiția 3. Fie $\mathfrak{S}$ un spațiu vectorial normat.

Fie $(x_n)_{1 \leq n < \infty}$ un șir de elemente din $\mathfrak{S}$, fie x un element din $\mathfrak{S}$. Atunci șirul $(x_n)_{1 \leqslant n < \infty}$ converge către x dacă

$$\lim_{n \to \infty} \|x - x_n\| = 0$$

De asemenea vom spune că șirul $(x_n)_{1 \leqslant n < \infty}$ este șir Cauchy dacă pentru $\varepsilon > 0$ există un întreg pozitiv N_ε astfel ca $\|x_n - x_m\| \leqslant \varepsilon$ îndată ce $n, \ m \geqslant N_\varepsilon$.

Definiția 4. Un spațiu vectorial normat se numește *complet* sau Banach dacă orice șir Cauchy din spațiul respectiv este convergent [3].

Definiția 5. Fie $\mathfrak{S}$ un spațiu vectorial.

O funcție care la fiecare pereche (x,y) de elemente din $\mathfrak{S}$ face să corespundă numărul real $<x,y>$ este un produs scalar dacă

1) $<x, y + z> = <x, y> + <x, z>$

2) $<\lambda x, y> = \lambda <x, y>$

3) $<x, y> = <y, x>$

4) $<x, x> \geqslant 0$ și $<x, x> = 0$ dacă și numai dacă $x = 0$.

Definiția 6. Un spațiu vectorial normat se numește spațiu Hilbert dacă :

1) este un spațiu Banach

2) norma este definită prin $\|x\| = (<x,x>)^{\frac{1}{2}}$

unde $<\ >$ este un produs scalar.

Cu aceste definiții se arată că avem :

Teorema 1. Mulțimea $\mathfrak{D}$ este un *spațiu Hilbert.*

Definiția 7. Fie $\mathfrak{S}$ un spațiu Hilbert.

Fie $\{\omega_k\}_{k \in J}$*) o mulțime de elemente din $\mathfrak{S}$, iar J o mulțime de indici

Spunem că $\{\omega_k\}_{k \in J}$ este un *sistem ortonormal* [3] dacă :

$$<\omega_j \cdot \omega_k> \ = \delta_{jk}$$

unde :

$$\delta_{jk} = \begin{cases} 0, & j \neq k \\ 1, & j = k \end{cases}$$

*) $\in$ reprezintă semnul de apartenență

De asemenea vom spune că $\{\omega_k\}_{k \in J}$ este o bază ortonormală dacă este un sistem ortonormal și dacă în plus pentru orice ω din $\mathfrak{S}$ care nu aparține sistemului ortonormal $\{\omega_k\}_{k \in J}$ sistemul $\{\{\omega_k\}_{k \in J}, \omega\}$ nu mai este ortonormal.

Definiția 8. Un spațiu Hilbert este separabil dacă orice bază ortonormală conține o mulțime numerabilă de elemente.

De asemenea se arată că avem :

Teorema 2. Mulțimea $\mathfrak{D}$ este un *spațiu Hilbert separabil.* Această propoziție este fundamentală pentru cele ce urmează.

3. Vom expune acum cîteva rezultate privitoare la spațiile Hilbert.

Menționăm, de la început, analogia acestor rezultate cu o serie de rezultate din teoria seriilor Fourier.

Definiția 1. Fie $(\omega_k)_{1 \leqslant k < \infty}$ o bază ortonormală din $\mathfrak{D}$, fie $\mathbf{F}$ un element din $\mathfrak{D}$.

Numim coeficienți Fourier ai lui $\mathbf{F}$ în baza $(\omega_k)_{1 \leqslant k < \infty}$ numerele reale :

$$a_k = <\mathbf{F}, \omega_k> \text{ unde } 1 \leqslant k < \infty$$

Seria $\sum_{k=1}^{\infty} a_k \omega_k$ se numește seria Fourier a lui $\mathbf{F}$.

Teorema 1. Fie $(\omega_k)_{1 \leqslant k < \infty}$ o bază ortonormală din $\mathfrak{D}$, fie $\mathbf{F}$ un element din $\mathfrak{D}$. Atunci [4]

$$\mathbf{F} = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \omega_k$$

și

$$\| \mathbf{F} \|^2 = <\mathbf{F}, \mathbf{F}> = \sum_{k=1}^{\infty} a_k^2 .$$

Teorema 2. Fie $(\omega_k)_{1 \leqslant k < \infty}$ o bază ortonormală din $\mathfrak{D}$, fie $\mathbf{F},\mathbf{G}$ două elemente din $\mathfrak{D}$. Atunci dacă :

$a_k = <\mathbf{F}, \omega_k>$ și $b_k = <\mathbf{G}, \omega_k>$ cu $1 \leqslant k < \infty$ avem

$$<\mathbf{F}, \mathbf{G}> = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \ b_k .$$

O b s e r v a ț i a 1. Se poate stabili imediat o legătură între cele expuse la punctul 1 de la acest paragraf și cele de mai sus.

În adevăr, fie $(\omega_k)_{1 \leqslant k < \infty}$ o bază ortonormală din $\mathfrak{D}$, fie $\mathbf{F}, \mathbf{G}$ două elemente din $\mathfrak{D}$, atunci :

$$a_k = 2 \pi \mathbf{P}(\mathbf{F}, \omega_k) \text{ cu } 1 \leqslant k < \infty$$

$$b_k = 2 \pi \mathbf{P}(\mathbf{G}, \omega_k) \text{ cu } 1 \leqslant k < \infty$$

$$\mathbf{F} = 2 \pi \sum_{k=1}^{\infty} \mathbf{P}(\mathbf{F}, \omega_k) \ \omega_k$$

$$\mathbf{G} = 2 \pi \sum_{k=1}^{\infty} \mathbf{P}(\mathbf{G}, \omega_k) \ \omega_k)$$

$$\|\mathbf{F}\|^2 = <\mathbf{F}, \mathbf{F}> = 2 \pi \mathbf{Y}(\mathbf{F})^2$$

$$\|\mathbf{G}\|^2 = <\mathbf{G}, \mathbf{G}> = 2 \pi \mathbf{Y}(\mathbf{G})^2$$

$$<\mathbf{F},\mathbf{G}> = 4 \pi^2 \sum_{k=1}^{\infty} \mathbf{P}(\mathbf{F}, \omega_k) \ \mathbf{P}(\mathbf{G}, \omega_k) =$$

$$= 2 \pi \mathbf{P}(\mathbf{F}, \mathbf{G}).$$

II. Pseudoprodusul vectorial. Puterea complementară

Vom introduce o noțiune nouă și anume de pseudoprodus vectorial care va fi extrem de utilă în cele ce urmează.

Fie $(\omega_n)_{1\leqslant n<\infty}$, $(\rho_n)_{1\leqslant n<\infty}$ două baze ortonormale din $\mathfrak{D}$.

Fie funcția $[\ ]$ definită pe

$(\omega_n)_{1\leqslant n<\infty} \times (\omega_n)_{1\leqslant n<\infty}$ cu valori în

$(\rho_n)_{1\leqslant n\leqslant\infty}^{*)} \cup (-\rho_n)_{1\leqslant n<\infty} \cup (0)$ ca:

1) pentru orice ρ_n sau $-\rho_n$ există o singură pereche (ω_j, ω_k) ca $[\omega_j, \omega_k]$ să fie egal cu ρ_n respectiv cu $-\rho_n$.

2) $1 \leqslant j < k < \infty \rightarrow [\omega_j, \omega_k] \in (\rho_n)_{1\leqslant n<\infty}$

$1 \leqslant k, j < \infty \rightarrow [\omega_j, \omega_k] = -[\omega_k, \omega_j]$.

Menționăm că existența unei astfel de funcții $[\ ]$ se demonstrează cu ușurință în teoria mulțimilor. Vom defini acum, folosind funcția $[\ ]$, noțiunea de pseudoprodus vectorial $[\ ]^*$

Definiția 1. Fie $\mathbf{F}, \mathbf{G}$ două elemente din $\mathfrak{D}$.

Notăm atunci: $[\mathbf{F}, \mathbf{G}]^* = \sum_{1\leqslant i<k<\infty} (a_j b_k - a_k b_j)[\omega_j, \omega_k]$

unde

$a_i = \langle \mathbf{F}, \omega_i \rangle$; $b_i = \langle \mathbf{G}, \omega_i \rangle$ cu $1 \leqslant i < \infty$

Observăm că $[\mathbf{F},\mathbf{G}]^*$ este un element din $\mathfrak{D}$ spre deosebire de $\langle \mathbf{F}, \mathbf{G} \rangle$ care este un număr real. Totodată menționăm că existența acestui element, care este definit prin seria de mai sus, se poate demonstra cu ușurință pe baza unor rezultate clasice din teoria spațiilor Hilbert.

Vom indica acum cîteva proprietăți ce decurg imediat din definiția 1. Și anume avem:

Teorema 1. Fie $\mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}$ elemente din $\mathfrak{D}$, fie λ, μ numere reale. Avem atunci:

$$[\mathbf{F}, \mathbf{G}]^* = -[\mathbf{G}, \mathbf{F}]^*$$

$$[\lambda \mathbf{F} + \mu \mathbf{G}, \mathbf{H}]^* = \lambda [\mathbf{F}, \mathbf{H}]^* + \mu [\mathbf{G}, \mathbf{H}]^*.$$

Observația 1. Denumirea de pseudoprodus vectorial este justificată tocmai de această teoremă care exprimă proprietățile de antisimetrie și liniaritate a produsului vectorial obișnuit din spațiul cu trei dimensiuni.

Teorema 2. Fie $\mathbf{F}, \mathbf{G}$ elemente din $\mathfrak{D}$. Avem atunci $\|[\mathbf{F}, \mathbf{G}]^*\|^2 + \langle \mathbf{F}, \mathbf{G} \rangle^2 = \|\mathbf{F}\|^2 \cdot \|\mathbf{G}\|^2$

Observația 2. Această teoremă — după cum se va vedea din cele ce urmează — se va traduce printr-o teoremă privind puterea complementară, puterea activă și puterea aparentă.

*) Unde $\cup$ este semnul de reuniune.

Trecem acum la aplicarea în studiul regimului de puteri a noțiunii de pseudoprodus vectorial introdus la punctul precedent.

Definiția 1. În condițiile de la definiția 1 de la punctul precedent pentru $1 \leqslant j < k < \infty$ notăm:

$$\mathbf{F}^{jk} = a_j \omega_j + a_k \omega_k$$

$$\mathbf{G}^{jk} = b_j \omega_j + b_k \omega_k \cdot$$

De asemenea numim *putere elementară deformantă* elementul $\mathbf{p}^{jk} = \frac{1}{2\pi} [\mathbf{F}^{jk}, \mathbf{G}^{jk}]^* =$

$$= \frac{1}{2\pi} (a_j b_k - a_k b_j)[\omega_j, \omega_k] \cdot$$

Observăm că $\mathbf{p}^{jk}$ nu e număr real ci un element din $\mathfrak{D}$.

Definiția 2. Numim putere complementară vectorială funcția $\tilde{\mathbf{P}}_c$ definită pe $\mathfrak{D} \times \mathfrak{D}$ și cu valori în $\mathfrak{D}$ astfel: pentru orice pereche $\mathbf{F}, \mathbf{G}$ de elemente din $\mathfrak{D}$ avem:

$$\tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{F}, \mathbf{G}) = \frac{1}{2\pi} [\mathbf{F}, \mathbf{G}]^* \cdot$$

Teorema 1. Avem pentru orice $\mathbf{F}, \mathbf{G}$ din $\mathfrak{D}$.

$$\tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{F}, \mathbf{G}) = \sum_{1\leqslant j<k<\infty} \mathbf{p}^{jk} \cdot$$

Această teoremă rezultă imediat din definițiile 1 de mai sus și de la punctul precedent.

Definiția 3. Numim putere complementară scalară funcția $\mathbf{P}_c$ definită pe $\mathfrak{D} \times \mathfrak{D}$ și cu valori reale astfel: pentru orice pereche $\mathbf{F}, \mathbf{G}$ din $\mathfrak{D}$ avem:

$$\|\tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{F}, \mathbf{G})\| = \mathbf{P}_c(\mathbf{F}, \mathbf{G}).$$

Ținînd seamă de această definiție și de teorema 2 de la punctul precedent avem:

Teorema 1*

$$\|\tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{F}, \mathbf{G})\|^2 = \mathbf{P}_c(\mathbf{F}, \mathbf{G})^2 = \mathbf{S}(\mathbf{F}, \mathbf{G})^2 - \mathbf{P}(\mathbf{F}, \mathbf{G})^2.$$

În adevăr:

$$\|\tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{F}, \mathbf{G})\|^2 = \frac{1}{4\pi^2} \|[\mathbf{F}, \mathbf{G}]^*\|^2$$

$$\mathbf{S}(\mathbf{F}, \mathbf{G})^2 = \mathbf{Y}(\mathbf{F}) \cdot \mathbf{Y}(\mathbf{G})^2 = \frac{1}{4\pi^2} \|\mathbf{F}\|^2 \cdot \|\mathbf{G}\|^2$$

$$\mathbf{P}(\mathbf{F}, \mathbf{G})^2 = \frac{1}{4\pi^2} \langle \mathbf{F}, \mathbf{G} \rangle^2 \cdot$$

De asemenea observăm că avem:

$$\|\tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{F}, \mathbf{G})\| = \mathbf{P}_c(\mathbf{F}, \mathbf{G}) = \left(\sum_{1\leqslant j<k<\infty} \|\mathbf{p}^{jk}\|^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

relație care leagă puterea complementară de puterile elementare deformante.

Menționăm că puterea complementară scalară a fost introdusă în electrotehnică sub forma dată de teorema 1* de Acad. C. Budeanu.

Observația 1. Fie $\mathbf{F}, \mathbf{G}$ elemente din $\mathfrak{D}$.

Notăm $\Sigma(\mathbf{F}, \mathbf{G})$ mulțimea elementelor $\mathbf{H}$ din $\mathfrak{D}$ pentru care avem $\|\mathbf{H}\| = \|\widetilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{F}, \mathbf{G})\|$. Vom numi această mulțime *sfera puterii complementare*. Astfel se poate pune în evidență deosebirea dintre funcțiile $\widetilde{\mathbf{P}}_c$ și $\mathbf{P}_c$, și anume: funcția $\widetilde{\mathbf{P}}_c$ duce o pereche de elemente din $\mathfrak{D}$ într-un element de pe sfera puterii complementare pe cînd funcția $\mathbf{P}_c$ duce o pereche de elemente din $\mathfrak{D}$ într-un punct al axei numerelor reale; în plus există perechi distincte de elemente din $\mathfrak{D}$ care au aceeași putere complementară scalară, adică sînt duse de funcția $\mathbf{P}_c$ în același punct al axei numerelor reale, însă care au puteri complementare vectoriale diferite.

III. Puterea reactivă și deformantă

Vom introduce acum pe baza noțiunilor de putere activă $\mathbf{P}$ și de putere complementară $\widetilde{\mathbf{P}}_c$ respectiv $\mathbf{P}_c$, noțiunile de putere reactivă și deformantă.

În cazul cînd baza $(\omega_k)_{1 \leqslant k < \infty}$ este baza trigonometrică:

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}, \frac{\sin x}{\sqrt{\pi}}, \frac{\cos x}{\sqrt{\pi}}, \ldots, \frac{\sin nx}{\sqrt{\pi}}, \frac{\cos nx}{\sqrt{\pi}},$$

atunci obținem pentru puterea activă și aparentă expresiile

$$\mathbf{P} = \sum_{k=1}^{\infty} U_k I_k \cos \varphi_k$$

$$\mathbf{S} = \sum_{k=1}^{\infty} U_k I_k$$

unde φ_k este defazajul armonicei k de curent față de armonica k de tensiune, iar U_k, I_k valorile eficace corespunzătoare.

Prin analogie cu expresia puterii reactive din regimul sinusoidal: $\mathbf{Q} = U I \sin \varphi$, în regimul deformant puterea reactivă a fost introdusă de Acad. C. Budeanu prin relația:

$$\mathbf{Q} = \sum_{k=1}^{\infty} U_k I_k \sin \varphi_k \cdot$$

Cu ajutorul expresiilor lui $\mathbf{P}$, $\mathbf{Q}$ și $\mathbf{S}$ s-a introdus puterea deformantă $\mathbf{D}$ care e definită de formula:

$$\mathbf{D}^2 = \mathbf{S}^2 - \mathbf{P}^2 - \mathbf{Q}^2$$

sau

$$\mathbf{D} = +\sqrt{\sum_{1 \leqslant j < k < \infty} (U_k^2 I_j^2 + U_j^2 I_k^2 - 2 U_k U_j I_k I_j \cos(\varphi_k - \varphi_j)}$$

[5]

care aparține Acad. C. Budeanu.

Pentru a introduce noțiunea de putere reactivă $\mathbf{Q}$ într-o bază oarecare din $\mathfrak{D}$ și care prin particularizare să dea expresia puterii reactive din cazul bazei trigonometrice definim funcția $\mathbf{Q}$ pe $\mathfrak{D} \times \mathfrak{D}$ cu valori reale astfel:

$$\mathbf{Q} = \frac{1}{2\pi} \sum_{1 < i < \infty} (a_{2i-1} b_{2i} - a_{2i} b_{2i-1})$$

unde seria

$$\sum_{1 < i < \infty} (a_{2i-1} b_{2i} - a_{2i} b_{2i-1})$$

este presupusă convergentă.

Atunci puterea deformantă $\mathbf{D}$ se introduce ca fiind funcția definită pe $\mathfrak{D} \times \mathfrak{D}$ prin egalitatea:

$$\mathbf{D}^2 = \mathbf{P}_c^2 - \mathbf{Q}^2.$$

Prin particularizare în baza trigonometrică obținem expresia puterii deformante dată de Acad. C. Budeanu.

IV. Teoremele de conservare ale puterilor în regimul deformant

1. Vom introduce un subspațiu al lui $\mathfrak{D}$ prin:

Definiția 1. Notăm cu $\hat{\mathfrak{D}}$ mulțimea elementelor $\mathbf{F}$ din $\mathfrak{D}$ pentru care avem:

1) $\mathbf{F}'$ (derivata lui $\mathbf{F}$) există

2) $\mathbf{F}^*$ (o primitivă a lui $\mathbf{F}$ adică pentru care $(\mathbf{F}^*)' = \mathbf{F}$) există

3) $\mathbf{F} \cdot \mathbf{F}'$, $\mathbf{F} \cdot \mathbf{F}^*$ integrabile

4) $\langle \mathbf{F}, \mathbf{F}' \rangle = \langle \mathbf{F}, \mathbf{F}^* \rangle = 0$

5) dacă $\mathbf{F}, \mathbf{G}$ aparține lui $\hat{\mathfrak{D}}$ atunci $\mathbf{F} + \mathbf{G}$ aparține lui $\mathfrak{D}$.

Observăm că acest subspațiu nu este vid, dat fiind că conține cel puțin funcțiile:

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}, \frac{\cos x}{\sqrt{\pi}}, \frac{\sin x}{\sqrt{\pi}}, \ldots, \frac{\cos nx}{\sqrt{\pi}}, \frac{\sin nx}{\sqrt{\pi}}$$

Se știe că o funcție care admite o primitivă admite o infinitate de primitive toate însă diferind între ele printr-o constantă. În cele ce urmează vom înțelege prin primitiva funcției $\mathbf{F}$ acea funcție $\mathbf{F}^*$ care satisface condiția:

$$\mathbf{F}^*(0) = 0 \cdot$$

Observația 1. Introducerea acestui subspațiu va arăta că teoremele de conservare ale puterilor nu sînt valabile decît pe o parte a lui $\mathfrak{D}$ (în unele cazuri pe $\hat{\mathfrak{D}}$, iar în alte cazuri chiar numai pe o parte a lui $\hat{\mathfrak{D}}$).

Teorema 1. Fie **F**, **G** elemente din $\hat{\mathfrak{D}}$. Atunci avem :

$$<\mathbf{F}, \mathbf{G}'> + <\mathbf{F}', \mathbf{G}> = 0,$$
$$<\mathbf{F}, \mathbf{G}^\star> + <\mathbf{F}^\star, \mathbf{G}> = 0.$$

În adevăr :

dacă **F**, **G** sînt din $\hat{\mathfrak{D}}$
atunci **F** + **G** e din $\hat{\mathfrak{D}}$
deci $<\mathbf{F}+\mathbf{G}, (\mathbf{F}+\mathbf{G})'> = 0$
și $<\mathbf{F}+\mathbf{G}, (\mathbf{G}+\mathbf{F})^\star> = 0$
dar $(\mathbf{F}+\mathbf{G})' = \mathbf{F}' + \mathbf{G}'$
și $(\mathbf{F}+\mathbf{G})^\star = \mathbf{F}^\star + \mathbf{G}^\star$

deci

$$0 = <\mathbf{F}+\mathbf{G}, \mathbf{F}'+\mathbf{G}'> = <\mathbf{F}, \mathbf{F}'> + <\mathbf{F}, \mathbf{G}'> + <\mathbf{F}', \mathbf{G}> + <\mathbf{G}, \mathbf{G}'>$$

și

$$0 = <\mathbf{F}+\mathbf{G}, \mathbf{F}^\star+\mathbf{G}^\star> = <\mathbf{F}, \mathbf{F}^\star> + <\mathbf{F}, \mathbf{G}^\star> + <\mathbf{F}^\star, \mathbf{G}> + <\mathbf{G}, \mathbf{G}^\star)>$$

Deci ținînd seama de 4) de la definiția 1 de mai sus, se obține :

$$<\mathbf{F}, \mathbf{G}'> + <\mathbf{F}', \mathbf{G}> = 0$$
$$<\mathbf{F}, \mathbf{G}^\star> + <\mathbf{F}^\star, \mathbf{G}> = 0$$

2. Vom da o definiție și cîteva teoreme din teoria spațiilor Hilbert, care vor fi necesare în cele ce urmează :

Definiția 1. Fie $(\mathbf{F}_n)_{1 \leqslant n < \infty}$ un șir de elemente din $\mathfrak{D}$, fie **F** un element din $\mathfrak{D}$. Spunem că $\sum_{n=1}^{\infty} \mathbf{F}_n$ este sumabilă avînd suma **F** dacă :

pentru orice $\varepsilon > 0$ există $N_\varepsilon \geqslant 1$ ca oricare ar fi mulțimea $\{n_k\}$ de numere naturale care conține mulțimea $\{1, \ldots, N_\varepsilon\}$ avem

$$\| \sum_{n_k} \mathbf{F}_{n_k} - \mathbf{F} \| \leqslant \varepsilon.$$

Teorema 1. Fie $(\mathbf{F}_n)_{1 \leqslant n < \infty}$, $(\mathbf{G}_n)_{1 \leqslant n < \infty}$ două șiruri din $\mathfrak{D}$, fie **H** un element din $\mathfrak{D}$ ca seria $\sum_{n=1}^{\infty} \mathbf{F}_n \cdot \mathbf{G}_n$ converge uniform către **H**. Atunci avem :

$$\sum_{n=1}^{\infty} <\mathbf{F}_n, \mathbf{G}_n> = \int_0^{2\pi} \mathbf{H}(x)\, dx$$

In adevăr $<\mathbf{F}_n, \mathbf{G}_n> = \int_0^{2\pi} \mathbf{F}_n(x) . \mathbf{G}_n(x)\, dx$ și $\sum_{n=1}^{\infty} \mathbf{F}_n . \mathbf{G}_n$ converge uniform către **H**. Deci

$$\sum_{n=1}^{\infty} <\mathbf{F}_n, \mathbf{G}_n> = \sum_{n=1}^{\infty} \int_0^{2\pi} \mathbf{F}_n(x) . \mathbf{G}_n(x)\, dx =$$

$$= \int_0^{2\pi} \left(\sum_{n=1}^{\infty} \mathbf{F}_n(x) . \mathbf{G}_n(x) \right) dx = \int_0^{2\pi} \mathbf{H}(x)\, dx$$

Teorema 2. Fie $(\mathbf{F}_n)_{1 \leqslant n \leqslant \infty}$ un șir de elemente din $\mathfrak{D}$, fie **F** un element din $\mathfrak{D}$ ca $\sum_{n=1}^{\infty} \mathbf{F}_n$ sumabilă avînd suma **F**, fie **G** un element din $\mathfrak{D}$. Atunci avem :

$$\sum_{n=1}^{\infty} <\mathbf{F}_n, \mathbf{G}> = <\mathbf{F}, \mathbf{G}>$$

și $\sum_{n=1}^{\infty} [\mathbf{F}_n\, \mathbf{G}]^\star$ este sumabilă și are suma : $[\mathbf{F}, \mathbf{G}]^\star$ adică $\sum_{n=1}^{\infty} [\mathbf{F}_n\, \mathbf{G}]^\star = [\mathbf{F}, \mathbf{G}]^\star$.

3. Trecem acum la teoremele de conservare ale puterii.

Teorema 1. Puterea instantanee într-o rețea cu o infinitate de laturi (deci și noduri) se conservă global. În adevăr, la fiecare nod putem scrie legea I a lui Kirchhoff care în fond reprezintă o serie uniform convergentă :

$\sigma^n = 0$ (suma curenților la nodul n)

deci $\mathbf{v}_n\, \sigma^n = 0$; deci $\sum_{m=1}^{\infty} (\mathbf{v}_m - \mathbf{v}_{m+1})\, \mathbf{i}_m = \sum_{m=1}^{\infty} \mathbf{u}_m\, \mathbf{i}_m = 0$, unde $\mathbf{u}_m$ este tensiunea laturii m iar $\mathbf{i}_m$ curentul care curge în latura m. Această conservare a puterii instantanee stă la baza fenomenelor conservative ale regimului deformant.

Teorema 2. Puterea activă într-o rețea cu o infinitatea de laturi se conservă global. În adevăr am văzut mai sus că $\sigma^n = 0$ deci seria e uniform convergentă către 0, deci se poate aplica teorema 1 de la punctul precedent.

Observația 1. Nu același lucru se întîmplă cu puterea complementară într-o rețea cu o infinitate de laturi.

În adevăr, fie $\sigma^p = 0$ suma curenților la nodul p atunci conform cu teorema 2 de la punctul precedent putem scrie pentru fiecare coeficient în parte :

$$\Sigma_p\, I_m^j = 0 \text{ unde } I_m^j = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} <\mathbf{i}_m, \omega_j>$$

$(\omega_j)_{1 \leqslant j < \infty}$ fiind o bază ortonormală.

Deci $V_p^k\ \Sigma_p\, I_m^j = 0$ de unde, sumînd pentru toate nodurile, avem :

$\sum_{m=1}^{\infty} U_m^k I_m^j = 0$ cu $U_m^k = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} <\mathbf{u}_m, \omega_k>$, de unde rezultă că

$$\sum_{m=1}^{\infty} (U_m^j\, I_m^k - U_m^k\, I_m^j) = 0 \text{ cu}$$

$$I_m^k = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} <\mathbf{i}_m, \omega_k>$$

Notăm $\tilde{\mathbf{P}}_c\ (\mathbf{u}_m, \mathbf{i}_m)$ puterea complementară vectorială a laturii m.

Atunci $\tilde{\mathbf{P}}_c\ (\mathbf{u}_m, \mathbf{i}_m) = \sum_{1 \leqslant j < k < \infty} (U_m^j\, I_m^k - U_m^k\, I_m^j)\, [\omega_j, \omega_k]$ cu $1 \leqslant m < \infty$, unde egalitatea înseamnă că seria din membrul al doilea este sumabilă și are suma $\tilde{\mathbf{P}}_c\ (\mathbf{u}_m, \mathbf{i}_m)$ care este un element din $\mathfrak{D}$.

Însă în general $\sum_{m=1}^{\infty} \tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{u}_m, \mathbf{i}_m)$ chiar dacă este sumabilă nu are suma 0 deoarece fie pentru:

$$1 \leqslant m < \infty \quad \pi_m = \sum_{n=1}^{m} \tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{u}_n, \mathbf{i}_n) =$$

$$= \sum_{1 \leqslant j < k < \infty} \left(\sum_{n=1}^{m} (U_n^j I_n^k - U_n^k I_n^j) \right) [\omega_j, \omega_k]$$

atunci conform celor de la începutul paragrafului II, la fiecare $1 \leqslant j < k < \infty$ corespunde un singur $1 \leqslant l < \infty$ ca $[\omega_j \omega_k] = \rho_l$, deci notînd $\sum_{n=1}^{m} (U_n^j I_n^k - U_n^k I_n^j) = A_m^l$ obținem:

$$\pi_m = \sum_{l=1}^{\infty} A_m^l \rho_l = \sum_{n=1}^{m} \tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{u}_n, \mathbf{i}_n) \text{ pentru}$$

$1 \leqslant m < \infty$, de unde rezultă (conform unei teoreme privind seriile duble) că șirul $(\|\pi_m\|)_{1 \leqslant m < \infty}$ converge la zero, adică $\sum_{n=1}^{\infty} \tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{u}_n, \mathbf{i}_n)$ e sumabilă și are suma zero, dacă și numai dacă există $1 \leqslant l_0 < \infty$ ca șirul (R_m^0) unde $R_m^0 = \sum_{l=l_0}^{\infty} (A_m^l)^2$, să conveargă către zero.

Cum însă această condiție nu este totdeauna îndeplinită rezultă că într-o rețea cu o infinitate de laturi, puterea complementară vectorială nu se conservă totdeauna global.

Observăm totodată că din demonstrație reiese că în cazul unei rețele cu un număr finit de laturi puterea complementară vectorială se conservă global totuși.

De asemenea observăm că din considerațiile de mai sus decurge că dacă avem o rețea infinită R și o rețea finită R_0 atunci dacă în rețeaua R puterea complementară vectorială se conservă, ea se va conserva și în rețeaua R^* obținută din R și R_0. Adică la o rețea infinită în care se conservă puterea complementară vectorială adăugăm o rețea finită, atunci în rețeaua astfel obținută puterea complementară vectorială se va conserva de asemenea.

Definiția 1. Numim rețea infinită conservativă o rețea infinită în care avem îndeplinite condițiile:

1) $\sum_{m=1}^{\infty} X_{nm}^L \mathbf{i}'_m$ converge uniform

2) $\sum_{n=1}^{\infty} \mathbf{e}_n \mathbf{i}_n$ converge uniform

3) $\sum_{n=1}^{\infty} r_n \mathbf{i}_n^2$ converge uniform.

Definiția 2. Numim rețea cu o infinitate de laturi absolut conservativă o rețea care este conservativă și în plus, îndeplinește condițiile:

1) $\sum_{n=1}^{\infty} [\mathbf{e}_n, \mathbf{i}_n]^*$, $\sum_{n,m=1}^{\infty} X_{nm}^L [\mathbf{i}'_m, \mathbf{i}_n]^*$, $\sum_{n=1}^{\infty} X_n^C [\mathbf{i}_n^*, \mathbf{i}_n]^*$

sînt sumabile ($\mathbf{i}_n^*$ înseamnă primitiva lui $\mathbf{i}_n$ care verifică condiția $\mathbf{i}_n^*(0) = 0$).

2) $\sum_{n=1}^{\infty} \tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{u}_n, \mathbf{i}_n) = 0$.

Cu aceste definiții putem enunța

Teorema 3. Într-o rețea conservativă și în regimuri deformante din $\hat{\mathfrak{D}}$ puterea activă are expresia:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \mathbf{P}(\mathbf{e}_n, \mathbf{i}_n) = \sum_{n=1}^{\infty} r_n I_n^2$$

În adevăr avem:

$$\mathbf{u}_n = \mathbf{e}_n - r_n \mathbf{i}_n - \sum_{m=1}^{\infty} X_{nm}^L \mathbf{i}'_m - X_n^C \mathbf{i}_n^*$$

(unde $X_{nm}^L = L_{nm}^{\cdot} \omega$, $X_n^C = \frac{1}{C_n \omega}$, ω fiind un număr real numit pulsație de referință), și deci conform cu teorema 2 de la punctul precedent avem:

$$\langle \mathbf{u}_n, \mathbf{i}_n \rangle = \langle \mathbf{e}_n, \mathbf{i}_n \rangle - r_n \|\mathbf{i}_n\|^2 -$$

$$- \sum_{m=1}^{\infty} X_{n,m}^L \langle \mathbf{i}'_n, \mathbf{i}_n \rangle - X_n^C \langle \mathbf{i}_n, \mathbf{i}_n^* \rangle$$

însă șirurile $(\mathbf{u}_n)_{1 \leqslant n < \infty}$ și $(\mathbf{i}_n)_{1 \leqslant n < \infty}$ sînt din $\hat{\mathfrak{D}}$, deci: $\langle \mathbf{i}_n, \mathbf{i}_n^* \rangle = 0$, deci:

$$\langle \mathbf{u}_n, \mathbf{i}_n \rangle = \langle \mathbf{e}_n, \mathbf{i}_n \rangle - r_n \|\mathbf{i}_n\|^2 -$$

$$- \sum_{n=1}^{\infty} X_{n,m}^L \langle \mathbf{i}'_m, \mathbf{i}_n \rangle$$

deci

$$0 = \sum_{n=1}^{\infty} \langle \mathbf{u}_n, \mathbf{i}_n \rangle = \sum_{n=1}^{\infty} \langle \mathbf{e}_n, \mathbf{i}_n \rangle - \sum_{n=1}^{\infty} r_n \|\mathbf{i}_n\|^2$$

deci

$$\sum_{n=1}^{\infty} \langle \mathbf{e}_n, \mathbf{i}_n \rangle = \sum_{n=1}^{\infty} r_n \|\mathbf{i}_n\|^2$$

de unde relația cerută.

Într-un mod analog se demonstrează:

Teorema 4. Într-o rețea infinită absolut conservativă puterea complementară vectorială are expresia:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \tilde{\mathbf{P}}_c(\mathbf{e}_n, \mathbf{i}_n) = \frac{1}{2\pi} \sum_{n,m=1}^{\infty} X_{n,m}^L [\mathbf{i}'_m, \mathbf{i}_n]_{n,m=1}^* +$$

$$+ \frac{1}{2\pi} \sum_{n=1}^{\infty} X_n^C [\mathbf{i}_n^*, \mathbf{i}_n]$$

Observația 2. Ținînd seamă de propozițiile 1 și 2 de mai sus, rezultă că în cazul rețelelor cu un număr finit de laturi teoremele 3 și 4 sînt valabile.

Concluzii și observații

1. S-a văzut din lucrare că introducerea spațiilor Hilbert în regimul deformant permite crearea unui model unitar de tratare a sistemului de puteri și al fenomenelor conservative atașate, permițînd totodată extinderea noțiunilor din electrotehnică asupra unor clase mai largi de funcții.

2. Puterea complementară vectorială s-a introdus în dualitate cu puterea activă prima reprezentînd aplicația produsului $\mathfrak{D} \times \mathfrak{D}$ pe $\mathfrak{D}$, iar cea de a doua aplicația lui $\mathfrak{D} \times \mathfrak{D}$ pe $\mathfrak{R}$, lucru care se vede cu ușurință din proprietățile operatorilor $< >$ și $[\ ]^*$

3. Puterea deformantă își găsește justificarea din punct de vedere matematic prin faptul că împreună cu funcțiile **P** și **Q** reprezintă un sistem complet de puteri în cazul existenței funcției **Q**. Fenomenele conservative au, după cum s-a văzut, valabilitate numai pe anumite submulțimi ale lui $\mathfrak{D}$.

4. Funcțiile de tip α caracterizează nu numai fenomene electrice ci o clasă mai largă de fenomene fizice susceptibile de a fi reprezentate cu ajutorul proprietăților acestor funcții.

5. Întreaga teorie a lucrării se poate construi identic pentru o mulțime de funcții mai cuprinzătoare decît cele de tip α și anume pentru funcțiile de pătrat sumabil.

Bibliografie

[1] *Budeanu C.*: Puissances réactives et fictives. I.R.E. București 1927.

[2] *Marinescu G.*: Spații vectoriale normate. Ed. Academiei R.P.R. București 1956.

[3] *Ionescu-Tulcea C. T.*: Spații Hilbert. Ed. Academiei R.P.R., București 1956.

[4] *Natanson I. M.*: Teoria funcțiilor de variabilă reală. Ed. Tehnicy 1957 (trad. din lb. rusă).

[5] *Antoniu I. S.*: Chestiuni speciale de electrotehnică. Ed. Academiei R.P.R. București 1956.

Intrat în redacție la 10. V. 1958

Mașina de curent continuu cu excitație mixtă, cu înfășurarea de excitație serie conectată în punte Graetz, în regim de frînă cu recuperare

VASILE STOICA — Timișoara *)

Recuperarea energiei cinetice a maselor acționate de mașinile de curent continuu cu excitație mixtă prezintă importanță în acționările electrice. Autorul prezintă o schemă de conectare a înfășurării serie cu redresoare în punte Graetz care mărește eficacitatea frînării. Studiul teoretic al schemei este însoțit de încercări experimentale efectuate la Institutul Energetic din Moscova sub îndrumarea prof. dr. D. P. Morozov cunoscut specialist în acționări electrice.

CZ 621.313

Motorul de curent continuu cu excitație mixtă se folosește în acționările electrice, care necesită o caracteristică mecanică moale și unde recuperarea energiei cinetice a maselor aflate în mișcare are o importanță mare. O astfel de acționare vine în considerare, în special, la tracțiunea electrică, atît la tramvai, cît și la troleibus.

Mașina de curent continuu cu excitație mixtă trece în regim de frînă cu recuperare la turații superioare celei de mers în gol ideal. Înclinarea caracteristicii mecanice în regimul de frînă cu recuperare este mare, datorită acțiunii demagnetizante a amperspirelor înfășurării de excitație serie. În fig. 1 (curba *a*) este arătată această caracteristică pentru $\beta_0 = 0{,}66$. Prin β_0 se înțelege raportul:

$$\beta_0 = \frac{AW_p}{AW_p + AW_s}, \qquad (1)$$

în care AW_s sînt amperspirele înfășurării de excitație serie, iar AW_p — amperspirele înfășurării de excitație paralel.

*) V. Stoica este inginer electrotehnician.

În unele scheme, în regim de frînă cu recuperare, înfășurarea de excitație serie se elimină,

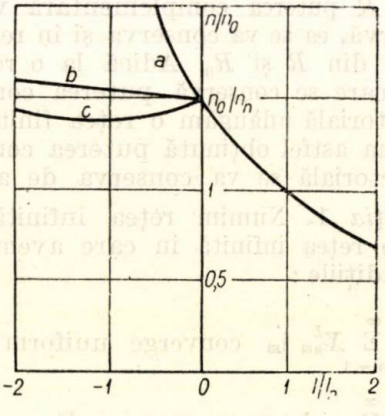


Fig. 1. Caracteristica mecanică a mașinii de curent continuu cu excitație mixtă:
a—schema obișnuită; *b*—excitația serie nu participă în procesul de frînare cu recuperare; *c* — pentru schema propusă.

folosindu-se pentru excitarea mașinii numai înfășurarea de excitație paralel. În acest caz caracteristica mecanică a mașinii va fi o linie dreaptă,

ce trece prin punctul n_0 (turația la mers în gol ideal). În fig. 1, curba *b* reprezintă această caracteristică.

Dacă în momentul trecerii mașinii din regimul de motor în cel de frînă cu recuperare, se inversează polaritatea înfășurării de excitație serie, sau și mai simplu, se conectează această înfășurare prin intermediul unei punți Graetz (după

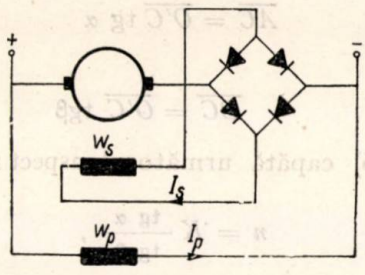


Fig. 2. Schema ce se propune.

cum se vede în fig. 2) atunci — deoarece curentul de sarcină al mașinii va trece prin înfășurarea de excitație serie totdeauna în același sens indiferent de faptul că este regim de motor sau de frînă cu recuperare — caracteristica regimului de frînă cu recuperare va avea aspectul curbei *c* din fig. 1.

În acest caz, curentul de sarcină creează amperspire, care magnetizează mașina și cu aceasta turația mașinii scade, după cum se vede și în alura curbei caracteristicii mecanice, iar procesul de frînare este mai eficace, datorită unui cuplu de frînare mai mare, ca urmare a măririi fluxului magnetic al mașinii.

Caracteristica mecanică

Prezența punții Graetz în circuitul înfășurării de excitație serie nu aduce schimbări substanțiale în alura caracteristicii mecanice a mașinii în regim de motor. Dacă se consideră că ventilele punții Graetz au o caracteristică tensiune curent ideală, atunci prezența punții nu aduce nici un fel de schimbare caracteristicii mecanice în regimul de motor. Aceasta înseamnă că motorul cu excitație mixtă (fig. 2) va funcționa în regim de motor, asemănător motorului cu excitație mixtă, cu schemă obișnuită.

În regimul de frînă cu recuperare vor interveni schimbări datorită inversării curentului din circuitul de excitație serie. Caracteristica mecanică a acestui regim se poate construi dacă se cunoaște curba momentului $M = f(I)$ și caracteristica de turație $n = f(I)$. Aceasta din urmă se poate construi cu relația :

$$n = \frac{U + Ir}{K_e \Phi}, \qquad (2)$$

în care :

n este turația în regim de frînă cu recuperare ;
U — tensiunea rețelei ;
I — curentul de sarcină al mașinii ;
r — rezistența totală a mașinii ;
K_e — constantă determinată de parametrii constructivi ai mașinii ;
Φ — fluxul magnetic total al mașinii.

După cum se vede din fig. 1, curba *c*, caracteristica mecanică are un minim, ceea ce înseamnă că în partea stîngă a minimului caracteristica este stabilă, iar în partea dreaptă aceasta este instabilă. Semnul derivatei turației în funcție de curent, ne va arăta pentru care valori ale curentului de sarcină caracteristica de turație este stabilă.

Derivata în funcție de curent are aspectul următor :

$$\frac{dn}{dI} = -\frac{U}{K_e \Phi^2}\Phi' + \frac{r}{K_e \Phi} - \frac{Ir}{K_e \Phi^2}\Phi' \qquad (3)$$

în care cu Φ' s-a notat derivata în raport cu curentul a fluxului magnetic al mașinii. Caracteristica de turație a mașinii este stabilă atunci cînd $\frac{dn}{dI} > 0$, dar deoarece partea dreaptă a egalității (3) cuprinde termeni cu semne diferite, înseamnă că este posibil ca $\frac{dn}{dI}$ să fie mai mică decît zero.

Din relația (3) rezultă că, pentru a avea o caracteristică stabilă este necesar să se îndeplinească inegalitatea :

$$r \frac{\Phi}{\Phi'} > U + Ir. \qquad (4)$$

Din relația de mai sus se poate vedea că valoarea rezistenței circuitului mașinii are mare influență asupra caracterului caracteristicii mecanice, în regim de frînă cu recuperare. La valori mici ale acestei rezistențe este ușurată apariția unei caracteristici mecanice nestabile pînă la valori mari ale curentului de sarcină, mai ales dacă și coeficientul β_0 este mic. La valori mari ale rezistenței r, inegalitatea (4) se poate îndeplini la valori relativ mici ale curentului de sarcină, mai ales dacă și valoarea coeficientului β_0 este destul de mare. Coeficientul β_0 influențează prin intermediul factorului $\frac{\Phi}{\Phi'}$ care este cu atît mai mic cu cît acest coeficient este mai mic, mai ales pentru curenți de sarcină mai mici decît cel nominal.

Regiunea de recuperare

Pentru diferite valori ale rezistenței circuitului rotoric r, relația (2) determină curbe, care trec toate prin punctul n_0 după cum se vede în fig. 3, unde s-au unit cu o curbă λ toate punctele în care tangenta la curbă este nulă. Curba λ împarte planul $n, 0, I$, în două regiuni. La dreapta acestei curbe — deoarece caracteristicile mecanice au pantă pozitivă — se poate

recupera energia cinetică a maselor, maşina lucrînd în regim stabil; la stînga acestei curbe λ nu se poate recupera energie, caracteristica mecanică avînd caracter nestabil.

Pentru o altă valoare a coeficientului β_0, curbele caracteristicilor de turaţie pentru dife-

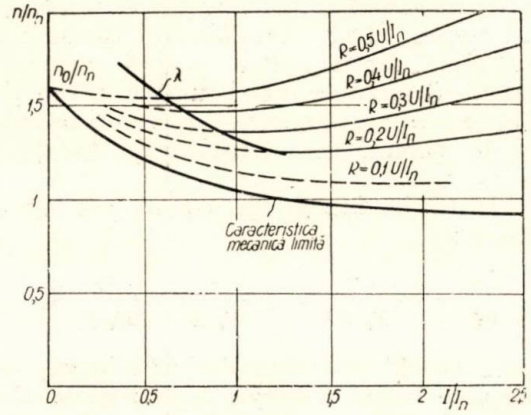


Fig. 3. Caracteristica de turaţie în regim de frînă cu recuperare pentru diferite valori ale rezistenţei circuitului rotoric de la $r = 0{,}1$ pînă la 0,5 din $\frac{U}{I_n}$.

rite valori ale rezistenţei circuitului rotoric al maşinii, vor avea un alt punct de intersecţie; de asemenea, alta va fi poziţia şi alura curbei λ. Este interesant să determinăm felul cum se deplasează curba λ, atunci cînd variază coeficientul β_0.

Pentru aceasta trebuie să trasăm două curbe $\Phi = f(I)$, pentru două valori diferite ale coeficientului β_0, β_0' şi β_0'' (fie $\beta_0' < \beta_0''$). Ambele curbe $\Phi(I)$ se referă la acelaşi circuit magnetic, ceea ce înseamnă că modificarea lui β_0 necesită atît schimbarea lui AW_s, cît şi a lui AW_p, suma lor trebuind să fie constantă. În aceeaşi figură se trasează dreapta $(U+Ir_0)=f_1(I)$ după cum se vede în fig. 4. Este uşor de înţeles că raportul ordonatelor dreptei $U + Ir_0$ către ordonatele curbei $\Phi(I)$ reprezintă, la o scară ce se poate determina, caracteristica de turaţie. Prelungim dreapta $U + Ir_0$ spre stînga pînă ce intersectează axa absciselor în punctul O'. Din acest punct se duce o dreaptă tangentă la curbele $\Phi(I)$. Pentru uşurinţa înţelegerii s-a ales astfel valoarea rezistenţei r_0, încît din punctul O', cu o singură dreaptă, să ducem tangente la ambele curbe $\Phi(I)$. Demonstrăm iniţial că punctul în care dreapta $\overline{O'D}$ este tangentă la curba $\Phi(I)$, determină valoarea minimă a turaţiei din caracteristica mecanică. Notăm cu A şi B intersecţia unei verticale cu dreapta $U + Ir_0$ şi cu curba $\Phi(I)$ (verticala este astfel aleasă ca să taie curba $\Phi(I)$ în punctul de tangenţă al acesteia cu dreapta $\overline{O'D}$). Cu α şi β s-au notat înclinările dreptelor $U + Ir_0$ şi $\overline{O'D}$. Din cele expuse anterior, rezultă că turaţia corespunzătoare curentului I'_{min} (reprezentat de segmentul $\overline{OC}$) se poate determina cu relaţia:

$$n = K \frac{\overline{AC}}{\overline{BC}} \qquad (5)$$

în care K este o constantă ce se poate determina, avînd în vedere că:

$$\overline{AC} = \overline{O'C} \operatorname{tg} \alpha \qquad (6)$$

şi

$$\overline{BC} = \overline{O'C} \operatorname{tg} \beta \qquad (7)$$

relaţia (5) capătă următorul aspect:

$$n = K \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}, \qquad (8)$$

de unde rezultă că valoarea minimă pentru turaţia n se obţine atunci cînd tg β are valoare maximă, deoarece K şi tg α sînt constante. Pentru oricare valoare a curentului de sarcină diferită de I'_{min} punctul B se va găsi sub dreapta $\overline{O'D}$, ceea ce înseamnă că în cazul prezentat în figură, tangenta unghiului β are valoare maximă.

Dreapta $\overline{O'D}$ care este tangentă la curbele $\Phi(I)$ determină doi curenţi I'_{min} şi I''_{min} (pentru cele două curbe), care caracterizează turaţia minimă la care se mai poate recupera energie. Se vede că diferitelor valori ale coeficientului β_0 le corespund diferite valori ale curentului minim (şi turaţiei minime) şi că o dată cu creşterea coeficientului β_0 scade valoarea curentului minim, care se mai poate recupera. Acest fapt este echivalent cu deplasarea curbei λ spre stînga o dată cu mărirea coeficientului β_0.

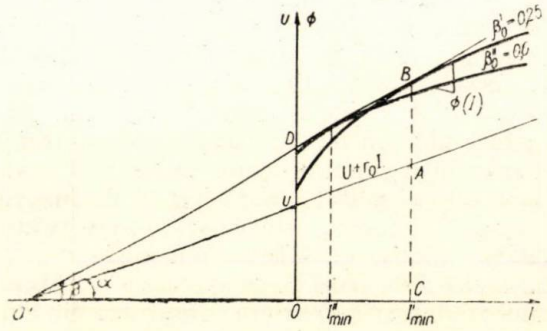


Fig. 4. Curentul minim recuperativ pentru două valori diferite ale coeficientului β_0.

Este interesant să se compare regiunea de recuperare, care se obţine cu schema propusă şi cu una din schemele obişnuite, de exemplu cu aceea în care înfăşurarea de excitaţie serie nu participă în procesul de frînare cu recuperare.

În fig. 5 au fost trasate curbele λ pentru diferite valori ale coeficientului β_0 trasîndu-se şi dreptele,

care reprezintă caracteristica mecanică a regimului de frînă cu recuperare, în schema obișnuită. Este clar că această caracteristică mecanică delimitează regiunea de recuperare, deoarece la variația rezistenței circuitului mașinii, caracteristica se va roti în jurul punctului n_0 mărindu-și

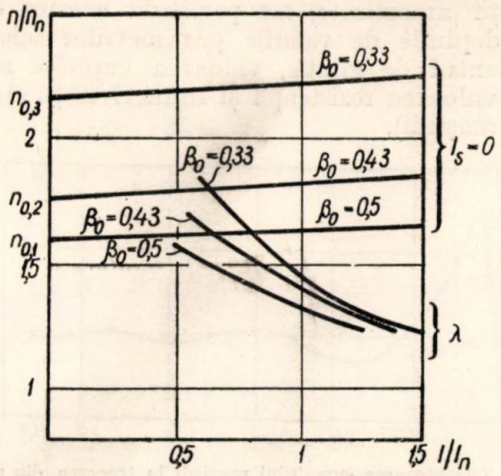


Fig. 5. Regiunile de recuperare pentru schema propusă, λ, și pentru schema, în care înfășurarea de excitație serie nu participă la procesul de frînare cu recuperare ($I_s=0$), la diferite valori ale coeficientului β_0.

înclinația, cazul limită fiind atunci cînd rezistența r are valoarea minimă, adică în circuitul rotoric nu există rezistență suplimentară intercalată. Din figură se vede superioritatea schemei propuse, deoarece regiunea de recuperare se mărește sensibil, mai ales la valori mici ale coeficientului β_0.

Regimul de frînă cu recuperare instabil

Caracteristica mecanică a mașinii, cu schema propusă, este instabilă, mai ales la curenți mici. Dacă cuplul rezistent de la arborele mașinii nu este suficient de mare pentru ca mașina să genereze un curent stabil, atunci mașina va pendula, trecînd succesiv din regim de motor în cel de generator și invers.

În fig. 6 s-a trasat caracteristica mecanică, în regim de motor și în regim de generator, pentru o valoare oarecare a rezistenței circuitului rotoric. Să presupunem că inițial mașina a avut un regim caracterizat de punctul A de pe caracteristica mecanică (regim de motor) și că deodată cuplul rezistent își schimbă valoarea și semnul devenind mai mic decît zero și în valoare absolută mai mic decît cuplul, care ar mai fi creat un regim recuperativ stabil M_{cr}. Mașina începe să accelereze, deoarece se strică echilibrul cuplurilor. Turația mașinii crește, atinge valoarea n_0, cînd t.e.m. a mașinii va fi egală cu tensiunea rețelei, apoi crește mai departe. T.e.m. a motorului va depăși valoarea tensiunii rețelei și mașina va începe să debiteze un curent recuperativ, care trecînd prin înfășurarea de excitație serie, va excita mașina în continuare, mărind și mai mult t.e.m. a motorului.

Curentul mașinii crește după o lege determinată de constanta de timp a înfășurărilor de excitație, de valoarea cuplului rezistent M_s și

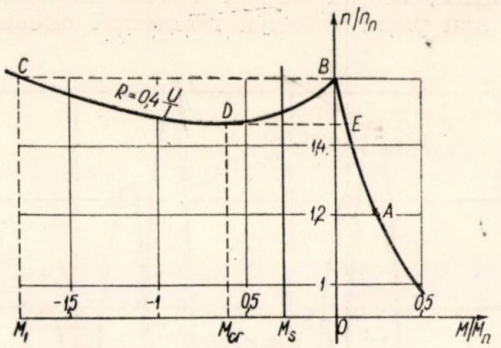


Fig. 6. Explicația regimului nestabil.

de valoarea momentului de giratie al instalației, pînă la o valoare apropiată de cea care determină un cuplu activ M_1 (punctul C din fig. 6). Deoarece $M_1 > M_s$ mașina nu va putea genera acest curent în regim stabil și va începe decelerarea motorului, punctul de funcționare deplasîndu-se pe caracteristica mecanică spre D. Se atinge punctul D, care definește curentul minim ce se poate recupera în regim stabil și deoarece, mai este valabilă relația $M_{cr} > M_s$, motorul va decelera în continuare. În acest punct însă, curentul debitat de mașină va dispare, deoarece t.e.m. a mașinii începe să fie mai mică decît tensiunea rețelei.

În continuare, mașina va trece în regim de motor, în punctul E al caracteristicii mecanice.

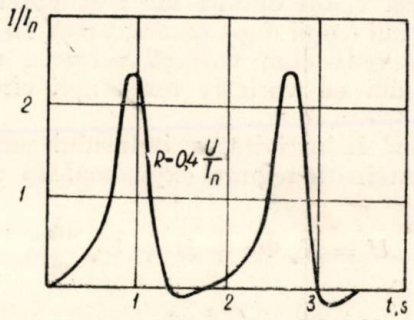


Fig. 7. Oscilograma curentului mașinii în regim nestabil.

Fenomenul expus se va repeta, deoarece în punctul E nu se poate stabili un echilibru al cuplurilor și mașina va pendula, cînd în regim de motor, cînd în cel de generator.

În laborator s-au făcut experiențe, care să ilustreze acest regim instabil, iar în fig. 7 se prezintă oscilograma obținută.

Pentru acest regim sînt caracteristice : valoarea maximă a curentului, durata unui ciclu și pulsația turației mașinii. În laborator s-au făcut

mai multe experienţe pentru mai multe valori ale rezistenţei circuitului rotoric şi mai multe valori ale cuplului rezistent. Din oscilogramele obţinute s-a putut constata că :

— Durata ciclului este influenţată, în primul rînd, de valoarea momentului de giraţie al instalaţiei ; asupra acestei durate influenţează mult mai puţin valoarea rezistenţei circuitului

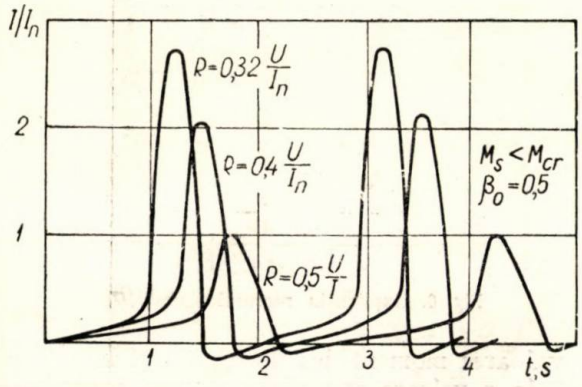


Fig. 8. Oscilogramele curentului maşinii în regim nestabil la diferite valori ale rezistenţei circuitului rotoric şi o valoare determinată a cuplului rezistent.

rotoric, decît valoarea cuplului rezistent. Micşorarea cuplului rezistent conduce la mărirea duratei ciclului.

— Valoarea maximă a curentului este determinată, în primul rînd, de valoarea rezistenţei circuitului rotoric, crescînd cu micşorarea acesteia. Cuplul static influenţează puţin asupra valorii maxime a curentului, determinînd o micşorare a curentului prin micşorarea sa.

În fig. 8 au fost trasate variaţiile curentului maşinii în regim de frînă cu recuperare instabil, pentru trei valori diferite ale rezistenţei circuitului maşinii (copii după oscilograme). În această figură se vede cum variază valoarea maximă a curentului cu variaţia rezistenţei circuitului maşinii.

Neglijînd inductivitatea indusului putem exprima matematic regimul expus mai sus cu relaţiile :

$$U = K_e \Phi n + Ir + W_s \frac{d\Phi}{dt}, \qquad (9)$$

$$K_M \Phi I = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt} + M_s \qquad (10)$$

în care :

W_s este numărul de spire al circuitului excitaţiei serie ;
GD^2 — momentul de giraţie al instalaţiei,
M_s — cuplul rezistent ;
K_M — un coeficient determinat de parametrii constructivi ai maşinii.

Sistemul de ecuaţii (9) şi (10) nu se poate rezolva algebric, din cauză că fluxul magnetic al maşinii este variabil. Rezolvarea lui se poate face numai grafic, pentru fiecare caz în parte.

Regimul de frînă cu recuperare stabil

Dacă cuplul rezistent de la arborele maşinii este mai mare decît cel critic, atunci o dată cu apariţia acestui cuplu la arborele maşinii se începe procesul de trecere din regim de motor în cel de generator. Trecerea se face cu oscilaţii amortizate, iar perioada acestor oscilaţii depinde de valorile parametrilor schemei (momentul de giraţie, valoarea cuplului rezistent, valoarea rezistenţei şi inductivităţii circuitului maşinii).

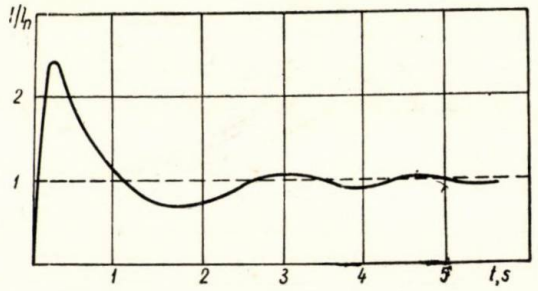


Fig. 9. Oscilograma curentului maşinii la trecerea din regim de motor în cel de generator (regim stabil).

Sistemul de ecuaţii diferenţiale (9) şi (10) caracterizează şi în acest caz procesele de tranziţie care au loc. Este uşor de înţeles de ce apar oscilaţii ţinînd seamă că ecuaţia diferenţială a sistemului este de ordinul II.

În laborator s-a ridicat oscilograma variaţiei curentului maşinii în cazul trecerii din regim de motor în cel de generator, ca un cuplu rezistent mare la arbore, iar în fig. 9 se prezintă oscilograma obţinută.

Concluzii

Din cercetarea efectuată rezultă că schema propusă prezintă incontestabile avantaje asupra schemei obişnuite, datorită faptului că se măreşte regiunea de recuperare, putîndu-se recupera energie la turaţii mai mici, decît turaţia la mers în gol ideal.

Posibilitatea apariţiei unui regim instabil de frînă cu recuperare prezintă un neajuns al acestei scheme, numai în acele instalaţii în care nu poate fi permisă pulsaţia turaţiei. Dacă instalaţia acţionată permite pulsaţia turaţiei, atunci apariţia regimului instabil de frînă cu recuperare nu mai este un neajuns, ci o calitate care se poate folosi. Cu acest sistem de frînare, turaţia maşinii va oscila între două valori, dintre care cea maximă nu depăşeşte cu mult turaţia de mers în gol ideal (punctul B din fig. 6), iar cea minimă diferă puţin de turaţia minimă din caracteristica de turaţia (punctul D din fig. 6).

Din fig. 3 şi 8 reiese că mărirea rezistenţei circuitului maşinii conduce la micşorarea valorii maxime a curentului recuperat, deci la un regim mai puţin periculos şi în acelaşi timp, la mărirea

turaţiei minime din caracteristica de turaţie, deci la micşorarea intervalului de variaţie a turaţiei motorului în regim instabil de frînă cu recuperare, adică la micşorarea amplitudinii pulsaţiei turaţiei maşinii.

Un inconvenient al schemei este folosirea unor ventile care trebuie dimensionate la o tensiune inversă mai mare decît tensiunea reţelei. Acest lucru poate fi evitat şi dimensiona ventilele la o tensiune mai mică, dacă înfăşurarea de excitaţie serie se şuntează cu o rezistenţă a cărei valoare să fie de 15—20 de ori mai mare decît rezistenţa înfăşurării de excitaţie serie, după cum se arată în [5].

Toate încercările de laborator care au fost prezentate în cadrul articolului s-au executat în laboratorul catedrei de utilaj electric al întreprinderilor industriale din Institutul Energetic din Moscova, sub îndrumarea prof. dr. D. P. Morozov pe o maşină de 3,5 kW, 220 V, 16 A, $GD^2 = 2{,}3$ kgm^2, $\beta_0 = 0{,}5$.

Bibliografie

[1] *Morozov D. P.* Principiile de bază ale dispozitivelor electrice de acţionare. Ed. Tehnică, Bucureşti 1952.

[2] *Golovan R. T.*: Electroprivod. Gosenergoizdat, Moscova 1948.

[3] *Ptiţîn* şi *Belkin*: Avtomaticescoe upravlenie tramvainîm vagonom РБЗ-55 s electrodvigateleami smeşanovo vozbujdenia. Vestn. Electroprom. **28** (1957) 3, 63—67.

[4] *Scobelev V. Z.*: Obşcii metod opredelenia tokov nagruzki tiagovîh dvigatelei. Electricestvo, **75** (1955) 3, 52—56.

[5] *Morozov D. P.* şi *Stoica V.*: Caracteristicile electromecanice ale motorului de c.c. serie cu înfăşurarea de excitaţie conectată în punte Graetz. Electrotehnica, **5** (1957) 3, 69 — 76.

Intrat în redacţie la 9. XII. 1957

Incercările transformatoarelor de forţă la impuls de tensiune

FELIX CĂPRARIU, DUMITRU CÎRSTEA, DORIN COSTINA, ALBERT MARX, BALÁZS MÁTHÉ — Craiova *)

Pentru buna comportare în exploatare în ce priveşte supratensiunile de origină atmosferică, instalaţiile şi dispozitivele de înaltă tensiune se încearcă la impuls de tensiune. Fabricarea în ţara noastră a transformatoarelor de forţă de puteri şi tensiuni din ce în ce mai mari a adus pe prim plan acest tip de încercări. În articol, după o trecere în revistă a diferitelor metode de încercare se descrie experienţa fabricii Electroputere în acest domeniu. Lucrarea se situează pe linia introducerii tehnicii noi în industria electrotehnică din ţara noastră.

CZ 621.314.222.6 :.621.317.333.82

În scopul asigurării unei cît mai perfecte continuităţi a furnizării energiei electrice la consumatori, în condiţiile reţelelor actuale interconectate, în ultimul timp au fost considerabil crescute pretenţiile exploatării în ceea ce priveşte siguranţa de funcţionare a echipamentului electric de înaltă tensiune. Un loc de primă importanţă îl ocupă în acest sens, pretenţiile crescute faţă de nivelul de izolare la impuls de tensiune al transformatoarelor, maşinilor, aparatelor electrice etc. Buna comportare a utilajului menţionat, la încercările cu unde de impuls de tensiune, constituie o garanţie de bună funcţionare în exploatare a acestuia în condiţiile descărcărilor atmosferice. Datorită acestui fapt, verificarea experimentală a echipamentului electric de înaltă tensiune a fost introdusă pe scară largă în practica firmelor electrotehnice într-o serie de ţări din străinătate. Se introduce într-un ritm accelerat şi în practica industriei electrotehnice din R.P.R. Încercările la impuls de tensiune au o deosebită importanţă în cazul transformatoarelor de forţă unde nivelul de izolare la impuls al bobinajelor joacă un rol decisiv în ceea ce priveşte atît siguranţa de funcţionare în exploatare, cît şi alegerea raţională a protecţiei contra supratensiunilor atmosferice. Astfel teoria şi experienţa dovedesc că în cazul supratensiunilor atmosferice în izolaţia dintre spirele sau galeţii bobinajului transformatorului solicitările electrice sînt de cîteva zeci de ori mai mari decît în cazul supratensiunilor de comutaţie (interne). O particularitate importantă a acestor solicitări este că ele n-au caracter sinusoidal. Statistica deteriorării transformatoarelor în exploatare arată că aproximativ 60% din transformatoarele legate direct la linii aeriene se defectează tocmai datorită gradienţilor care se nasc în izolaţie din cauza supratensiunilor atmosferice [1].

Avînd drept scop ridicarea calităţii produselor şi ţinînd seamă de cele arătate mai sus, la uzina Electroputere s-au creat condiţii pentru încercarea echipamentului electric de înaltă tensiune la impuls şi s-a acumulat o experienţă proprie în încercarea transformatoarelor de forţă la impuls de tensiune.

* F. Căprariu, D. Cîrstea, D. Costina şi A. Marx sînt ingineri la laboratorul central al fabricii Electroputere.
Ing. B. Máthé e şeful laboratorului central al fabricii Electroputere.

A. Stadiul actual al încercării transformatoarelor la impuls de tensiune

Încercarea transformatoarelor de forță la impuls de tensiune se bucură în ultima vreme de un interes deosebit. Această încercare tinde să se generalizeze în toate fabricile constructoare de transformatoare. Necesitatea acestor încercări se datorește faptului că reproduc solicitări de izolație asemănătoare cu acelea care apar în mod normal în exploatarea transformatoarelor.

Construcțiile moderne de transformatoare, avînd în vedere și tensiunile foarte înalte la care s-a ajuns, trebuie concepute ținînd seamă și de rezistența transformatoarelor la încercările cu impuls de tensiune. Pentru constructori se ridică astfel probleme noi. Solicitările izolației la impuls se deosebesc foarte mult de solicitările electrice la frecvență industrială. Întărirea izolației în părțile mai mult solicitate, îngreuiază răcirea bobinajului, iar modificarea distanțelor nu totdeauna este eficace. De aceea, se cer soluții speciale care să ducă la uniformizarea repartiției tensiunii, deci la micșorarea solicitărilor electrice între spire, galeți sau straturile vecine, respectiv între bobinaje și masă. Pentru a putea generaliza rezultatele încercărilor la impuls s-au standardizat două feluri de unde, și anume : 1/50 μs folosită în special în Europa și adoptată de CEI și 1,5/40 μs, folosită îndeosebi în U.R.S.S. și S.U.A. S-au stabilit totodată — ținînd seamă de gradul de expunere la descărcări atmosferice al anumitor țări, cum și de practica adoptată — tabele cu *valorile tensiunilor de încercare*, parțial conținute și în recomandările CEI pentru transformatoare, publicate în anul 1955. Încercările la impuls sînt considerate, în general, ca *încercări de tip* executîndu-se la cererea clientului și în condițiile stabilite de comun acord cu fabrica constructoare. S-a început, însă, totodată și introducerea acestor încercări ca un control al fabricației.

Afară de încercarea cu unda plină 1/50 μs sau 1,5/40 μs foarte actuală devine încercarea cu undă tăiată care în exploatarea transformatoarelor, prevăzute la izolatoare cu eclatoare de protecție, se întîlnește foarte des. Privitor la încercările cu impuls de tensiune, fiecare firmă dispune de o anumită experiență proprie și specifică ei, existînd anumite puncte asupra cărora nu s-a ajuns încă la un acord comun. Astfel, de exemplu, nu s-a reușit adoptarea peste tot a undei 1/50 μs, recomandată și de CEI. Nu toate țările recomandă același număr de unde aplicate. Polaritatea undelor folosite nu este stabilită la fel în diferite norme. Folosirea undelor tăiate constituie obiectul unor cercetări intense, fiind încă neprecizate durata după care să se facă tăierea, frontul tăierii, amplitudinea, metodele de detectare a defectului etc. Nu s-a reușit să se simplifice efectuarea acestor încercări, fără a micșora autoritatea lor astfel, încît să se poată aplica drept probă de control a fabricației de serie. Asupra îmbătrînirii izolației prin efectuarea acestor încercări, părerile sînt împărțite. Se așteaptă în acest sens rezultate din exploatare de la transformatoare care au fost supuse la platformă și la încercări de impuls.

Punerea în concordanță a diferitelor ipoteze asupra îmbătrînirii izolației este îngreuiată și de faptul că de la o țară la alta se schimbă destul de mult calitățile izolante ale materialelor folosite, cum și menținerea acestor calități în timp.

Incercarea cu undă plină, standardizată în lumina experienței de pînă acum, este o încercare ce se poate executa relativ ușor, prezentînd un control sigur asupra efectuării corecte a încercărilor și interpretării rezultatelor obținute. Pentru aceasta însă este nevoie de un utilaj corespunzător, un personal bine instruit și acumularea unei experiențe proprii. În stadiul actual se poate spune că încercarea necesită totuși un timp destul de lung față de celelalte probe de izolație. Aplicarea impulsului se face, de obicei, monofazat și după anumite scheme date în literatura de specialitate [3—9]. Pentru ca încercarea să-și atingă scopul trebuie ca să se precizeze dacă s-a produs un defect, cum și natura și locul defectului. Stabilirea defectelor se face, în general, după cum urmează :

Defectele mari se constată prin apariția bulelor de gaz. Observarea bulelor se poate face numai dacă transformatorul se încearcă fără capac, izolatoarele fiind montate provizoriu pe suporți special construiți. Gazele, mai ales în cazul generatoarelor de mică energie, se dezvoltă în cantități foarte mici, fapt care reduce considerabil sensibilitatea acestei metode.

Defecte de mai mică amploare se constată printr-una din următoarele metode :

1. Prin folosirea sondelor electroacustice. Sonda electroacustică se poate întrebuința pentru detectarea defectului la un transformator complet montat, vibrațiile sonore captate de sondă fiind amplificate și eventual oscilografiate. Se preconizează [7] folosirea acestei metode simplificate la efectuarea probelor de control pentru defectoscopia izolației.

2. Prin compararea oscilogramelor tensiunii aplicate, curentului de impuls, curentului capacitiv și a tensiunii ce apare la bornele bobinajului neîncercat, obținute la încercarea propriu-zisă (defectograme) cu oscilogramele ridicate în aceleași condiții și pentru aceiași parametri, dar la 50—60% din valoarea tensiunii de încercare (normograme). Metoda comparării oscilogramelor este cea mai completă, dar necesită aparate mai complicate și nu dă un indiciu imediat asupra stării izolației transformatorului încercat, așteptîndu-se de fiecare dată deve-

loparea hîrtiei sau a filmului întrebuințat. La înregistrarea tensiunii se folosesc divizoare de tensiune ohmice (Siemens, ASEA, AEG, E.d.F. KEMA), capacitive (U.R.S.S., A.E.G., B.B.C., E.T.H.) și combinate (Secheron, Micafil, Lagenthal).

Curentul de impuls (fig. 16 : O_s) este curentul care trece prin faza încercată la masă. Înregistrarea lui se face aplicînd la plăcile oscilografului căderea de tensiune, luată de la bornele unei rezistențe neinductive [3], [5], [6], [9] sau unei capacități [8] prin care se face de obicei punerea la pămînt a sfîrșitului fazei încercate.

Curentul capacitiv (fig. 16 : O_c) este curentul de trecere prin capacități de la bobinajul încercat la celelalte bobinaje, sau de la bobinajul încercat la cuvă, sau suma acestor doi curenți. În ultimele două cazuri cuva transformatorului trebuie izolată față de pămînt pe butuci de lemn și coale de preșpan. Tensiunea care apare la bornele bobinajului neîncercat, se aduce la plăcile oscilografului [6], punînd la pămînt cu precauție bornele acestui bobinaj, prin rezistențe potrivite astfel încît la oscilograf să nu apară tensiuni periculoase. Adoptarea unei metode nu implică înregistrarea tuturor parametrilor de mai sus și de aceea sînt mai multe metode, în funcție de parametrii aleși pentru înregistrare și în funcție de laboratorul de înaltă tensiune care le practică. Cele mai uzuale din acestea sînt :

a) înregistrarea tensiunii aplicate și a curentului de impuls [5], [9], [10];

b) înregistrarea tensiunii aplicate, a curentului de impuls și a curentului capacitiv de la cuvă și bobinajul neîncercat [3], [4], [11];

c) înregistrarea curentului de impuls și a curentului capacitiv de la bobinajul neîncercat [6];

d) înregistrarea curentului capacitiv din bobinajul neîncercat, eventual a tensiunii aplicate [6];

e) înregistrarea numai a curentului capacitiv din bobinajul neîncercat [12].

Afară de acestea se mai cunosc și alte metode mai puțin folosite. Normogramele și defectogramele pot avea aceeași amplitudine dacă pentru ultimul caz se conectează plăcile oscilografului la o priză așezată la jumătatea rezistenței care închide cablul de măsură. Amplitudinile diferă de la simplu la dublu dacă nu se schimbă nimic în schema de încercare. În ambele cazuri însă, dacă transformatorul a rezistat, normogramele și defectogramele sînt identice atît ca formă, cît și ca perioadă de oscilație. În cazul cînd apar deformări (variația bruscă a curenților, apariția unor oscilații de înaltă frecvență suprapuse pe curba de bază, creșterea sau micșorarea amplitudinii etc.) în forma curbelor, s-a produs un defect. Forma undei de tensiune aplicată în general este puțin afectată în caz de defect. Pentru stabilirea naturii defectului în baza oscilogramelor, în literatura de specialitate se dau anumite exemple bazate pe experiențe [3], [4], [5], [6], [8], [9], [10], [13]. Uneori interpretarea justă a oscilogramelor poate fi îngreuiată de apariția unor oscilații de înaltă frecvență și amplitudine mică, care se suprapun pe curba de bază dar nu schimbă nici alura, nici perioada de oscilație. Asemenea oscilații parazite se datoresc unor descărcări parțiale la bobinaj, descărcări în circuitul de măsură din cauza nepunerilor corecte la pămînt a cuvei sau miezului, oscilațiilor transmise neutrului prin cuplaj direct, sau efluviilor atît în interiorul, cît și în exteriorul transformatorului [4], [10].

Se cere însă la o încercare, și *localizarea* defectului. În acest scop se admite că viteza de propagare a fenomenelor electrice tranzitorii în bobinaje este constantă și egală la transformatoarele în ulei cu 150 m/μs [3], [10]. În cazul că se mai admite producerea defectului tocmai în momentul trecerii maximului undei [9] se stabilește, în baza oscilogramelor, locul defectului cu ajutorul relației :

$$L_x = v \cdot t_x ,$$

în care :

L_x este lungimea în metri a bobinajului, considerată de la începutul bobinei pînă la defect ;

t_x — timpul din momentul aplicării impulsului pînă la apariția defectului citit pe oscilogramă ;

v — viteza de propagare a undei (150 m/μs).

Stabilirea unui arc electric prin interiorul sau pe suprafața unui material izolant poate să apară și după trecerea maximului undei, în care caz, calculul făcut mai sus dă erori apreciabile. În caz de defect la decuvarea transformatorului, în general nu se observă pe cale vizuală locul defectului, mai ales dacă este inaccesibil. Metodele propuse pentru arderea locului de defect prin excitarea transformatorului la frecvență industrială și aplicarea în acest caz a undei de impuls, s-au dovedit a fi ineficace și îngreuiază foarte mult efectuarea încercării. De aceea mulți au renunțat la această metodă [9].

Schema adoptată la încercarea unui transformator, cum și valorile rezistențelor de punere la pămînt și de măsură, nu se iau la întîmplare ci în urma unei analize făcute cu generatorul cu repetiție, sau cu generatorul obișnuit dar la valori sub 50 % din tensiunea de încercare. Alegerea corectă a metodei și a valorilor rezistențelor influențează atît asupra căderii spatelui undei aplicate cît și asupra sensibilității defectoscopiei.

Menținerea undei în sarcină la valoarea 1/50 μs cu toleranțele admise, în cazul transformatoarelor de mare putere și al bobinajelor de

tensiune relativ joase, necesită luarea de măsuri speciale ca :

— să se aplice tensiunea simultan pe cele trei faze [5];

— să se pună la pămînt faza care se încearcă printr-o rezistenţă de 500 Ω [5];

— să se admită căderea spatelui undei pînă la 15 μs [5];

— să se lase în gol bobinajul neîncercat sau, în cazul transformatoarelor cu trei înfăşurări, chiar ambele bobinaje neîncercate [3].

O problemă deosebită în acest sens o constituie încercarea de control a bobinajelor cu tensiunea nominală de ordinul a sute de volţi. Aplicarea undei standard de 1/50 sau 1,5/40 μs este imposibilă în acest caz din două motive :

— impedanţa prea mică a unor astfel de bobinaje provoacă o scădere bruscă a spatelui undei; menţinerea duratei la minimum 40 μs ar necesita generatoare extraordinar de puternice [9];

— în înfăşurarea de înaltă tensiune pot apărea tensiuni periculoase pentru ea chiar şi în cazul că se scurtcircuitează.

Pentru înlăturarea acestor inconveniente Holcomb [14] propune încercarea înfăşurărilor de joasă tensiune cu impulsuri de foarte scurtă durată de 1—2 μs pentru care tensiunea indusă în înfăşurarea de înaltă tensiune are o valoare neînsemnată.

Incercarea cu unde tăiate este încă în curs de studiu. La această încercare se folosesc, în general, aceleaşi scheme ca şi la undă plină şi aceleaşi metode pentru detectarea defectului. Se ridică însă următoarele probleme deosebite :

— *Asigurarea tăierii undei în momentul dorit, respectînd anumite toleranţe.* Tăierea undei se poate face cu eclatoare tije [4] sau cu eclatoare cu sfere comandate [6], [7]. Deşi eclatoarele cu sfere comandate necesită în plus faţă de eclatoarele cu tije un dispozitiv de sincronizare mai complicat, prezintă avantajul reglării timpului de tăiere cu precizie destul de mare.

— *Stabilirea şi localizarea defectului este mult mai greoaie decît la încercarea cu undă plină.* În cazul undelor tăiate apar în momentul tăierii multe oscilaţii de înaltă frecvenţă şi amplitudine mare pe curbele curenţilor înregistraţi, îngreuindu-se astfel detectarea eventualelor defecte. Pe de altă parte, alura fenomenului înregistrat depinde mult de momentul în care se face tăierea undei. Pentru înlăturarea acestor greutăţi se iau anumite măsuri ca de exemplu :

a) timpul de tăiere în cazul înregistrărilor la 50% şi la 100% din tensiunea de încercare, adică la ridicarea normogramelor şi defectogramelor să prezinte o abatere maximă de 0,1 μs [6];

b) să se facă atenuarea oscilaţiilor de înaltă frecvenţă prin legarea în serie cu eclatoarele de tăiere a unei bobine de reactanţă, fără miez de fier de aproximativ $L = 10$ pînă la 50 μH [6];

c) timpul în care se face tăierea undei să nu fie mai mare de 0,2 μs [6].

Pentru a uşura detectarea defectului în baza oscilogramelor în cazul încercării la impuls cu undă tăiată, s-au încercat diferite metode de ardere a locului unde apare defectul, aplicabile în cazul transformatoarelor cu neutrul izolat [9], care însă complică foarte mult efectuarea încercării şi nu prezintă mare eficacitate. Se mai recomandă ca încercarea cu unda tăiată să fie urmată de aplicarea undei pline, iar în baza oscilogramelor ridicate la ultimele încercări să se constate dacă izolaţia transformatorului a rezistat sau nu [7].

Schemele pentru înregistrarea curenţilor la încercarea cu undă de impuls. S-a arătat în cele precedente că se folosesc mai multe metode de încercare, comportînd scheme diferite. Cele mai uzuale scheme se dau în fig. 1.

În fig. 1, *a* se indică o schemă pentru un transformator monofazat, unde se înregistrează curentul de impuls (O_s) şi curentul capacitiv (O_c) atît de la cuvă cît şi de la bobinajul neîncercat.

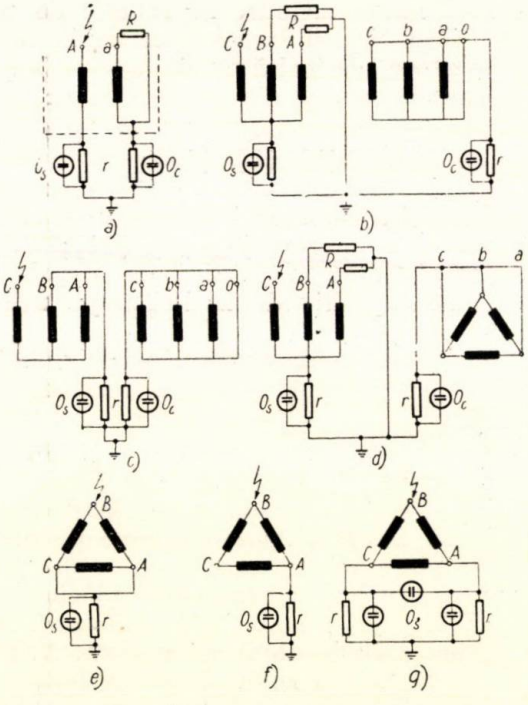


Fig. 1. Scheme de montaj pentru încercarea transformatoarelor de forţă la impuls de tensiune.

În fig. 1, *b*, *c* şi *d* se dau scheme pentru transformatoare trifazate cu conexiuni diferite, unde se înregistrează curentul de impuls şi curentul capacitiv numai de la bobinajul neîncercat.

În fig. 1, *e*, *f* şi *g* se indică scheme pentru înregistrarea curentului de impuls atunci cînd bobinajul încercat este conectat în triunghi.

Schema din fig. 1, *g* necesită trei spoturi de oscilograf dar prezintă un indiciu sigur asupra fazei defectate.

B. Condițiile încercărilor cu impuls de tensiune din uzină

Pentru compararea rezultatelor obținute la platforma de încercări a Laboratorului central al uzinei Electroputere, cu date experimentale obținute în alte laboratoare din străinătate, este absolut necesară cunoașterea detaliată a condițiilor în care s-au desfășurat probele la impuls de tensiune ale transformatoarelor. În cele ce urmează se dau cîteva precizări în această privință.

1. **Generatorul de impuls** (fig. 2). Generatorul de impuls de tensiune de 750 kV, 11,75 kWs al uzinei Electroputere a fost proiectat și executat în țară la Institutul de cercetări electrotehnice (ICET), după schema Marx.

Unele relații teoretice și practice privind proiectarea, construcția și exploatarea lui se dau în [15], [20]. Alte date s-au obținut la platforma de încercări prin măsurători practice cu generatorul complet montat. Astfel :

a) capacitatea de impuls a generatorului (capacitatea echivalentă la amorsarea stației)	21 350 pF
b) capacitatea de sarcină, de stabilizare (în aceasta se include, afară de capacitatea de sarcină propriu-zisă și capacitatea eclatoarelor sferice și a conductoarelor de legătură ; nu se include capacitatea de impuls a obiectului de încercare)	1 300 pF
c) rezistența de amortizare (rezistența echivalentă la amorsarea stației, incluzînd în aceasta, atît rezistențele de amortizare, cît și rezistența de front)	372 Ω
d) rezistența de descărcare	2650—8620 Ω
e) constanta de timp a circuitului de încărcare în paralel	27—30 s
f) numărul de etaje în cascadă	7
g) forma undei de tensiune 1/50 μs conform normelor CEI	
h) rezistența de punere la pămînt a generatorului este mai mică decît	0,1 Ω
(Ca și la majoritatea stațiilor de impuls, pămîntul de impuls și pămîntul de protecție este comun).	0,8—0,9
i) factor de utilizare (în funcție de rezistența de descărcare utilizată)	
j) construcția generatorului de impuls asigură atît posibilitatea măsurării tensiunii de alimentare în curent alternativ, cît și valoarea tensiunii de încărcare (printr-un divizor ohmic de rezistență mare) ;	
k) amorsarea stației se efectuează atît prin apropierea eclatoarelor de înseriere, cît și prin impuls de amorsare, trimis de la un dispozitiv de sincronizare la al treilea electrod al eclatoarelor inferioare.	

2. **Divizorul de tensiune.** Divizorul de tensiune destinat pentru înregistrarea undei de impuls de tensiune este de tipul divizoarelor ohmice, cu ușoară ecranare, îndeplinind totodată și rolul rezistenței de descărcare (necesar și pentru asigurarea duratei convenționale a spatelui undei de tensiune). Este proiectat și executat la ICET. Fiind construit din elemente separabile raportul de divizare poate fi schimbat în anumite limite, încadrîndu-se în limitele toleranțelor impuse de norme pentru forma undei de tensiune. Caracteristicile tehnice ale divizorului sînt :

a) raportul de divizare maxim	8 620/13,8 Ω
b) capacitatea de ecranare, circa	10 pF
c) eroarea, în raport de divizare (cu condiția utilizării unui cablu aerian blindat, cît se poate de scurt, pentru măsurare) pentru raportul de divizare maxim	0,001 %

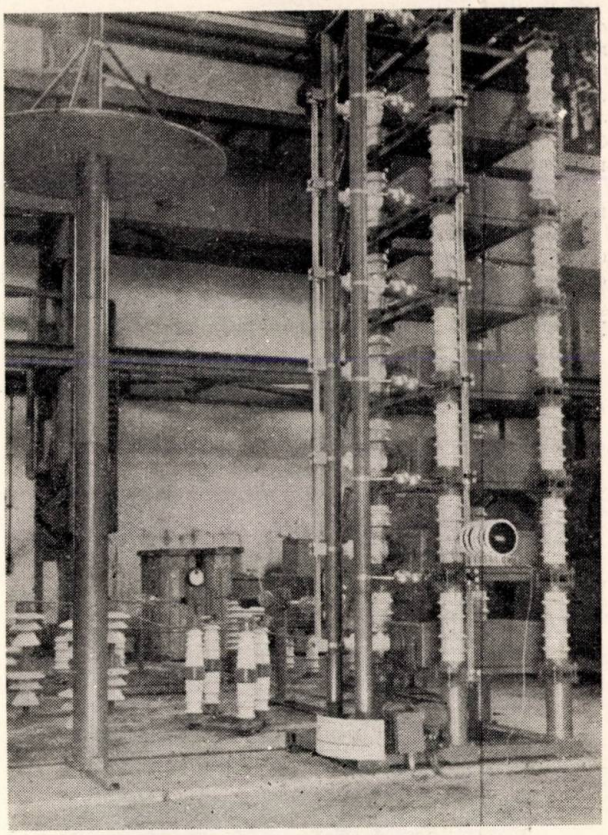


Fig. 2. Generatorul de impuls de tensiune de 750 kV, 11,75 kWs al uzinei Electroputere, construit de ICET.

3. **Osciloscraful catodic** (fig. 3, *a*). Pentru înregistrarea fenomenelor care se petrec cu

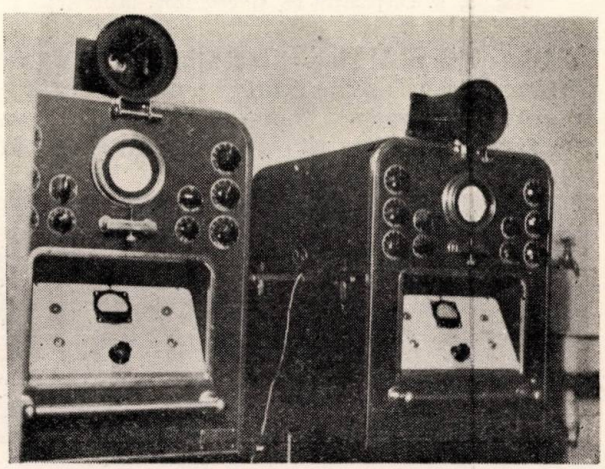


Fig. 3. a Oscilografele de impuls ale uzinei.

aplicarea impulsului de tensiune asupra obiectului de încercat, în uzină se utilizează osciloografe catodice speciale de impuls, de tipul KO—20—2 cu catodă caldă, ale VEI, avînd următoarele caracteristici tehnice, conform [17] şi măsurători practice :

a) sensibilitatea osciloografului avînd o tensiune acceleratoare pe tub de 20 kV, este de aplicaţi pe placa de fenomen : 1 mm ptr. 25 V

b) limitele baleiajului (baleiajul este construit în 8 trepte diferite) : (în aceste intervale spotul mătură ecranul de 100 mm) ; de la 0,15 pînă la 100 μs

c) limita vitezelor de înregistrare pe un film de sensibilitate mijlocie este de circa : 1 000 km/s

d) capacitatea plăcilor de fenomen : 30 pF

e) în oscilograf sînt construite 6 circuite de etalonare cu perioada oscilaţiilor : 0,05 ; 0,2 ; 0,5 ; 1 ; 10 μs

f) oscilogramele se înregistrează pe bandă de film avînd lăţimea de : 6 cm.

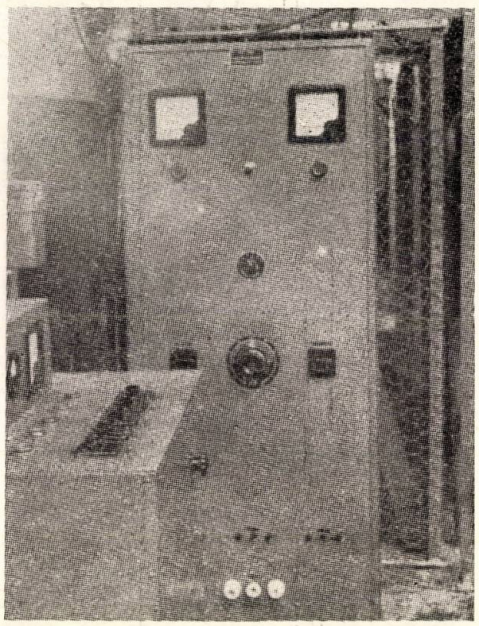


Fig. 3, b. Dispozitiv de sincronizare-întîrziere.

4. Dispozitivul de sincronizare-întîrziere (fig. 3,*b*). Sincronizarea osciloografului cu generator de impuls şi întîrzierea fenomenului se realizează printr-un dispozitiv special, proiectat şi executat de ICET. Considerente referitoare la proiectarea, construirea şi exploatarea acestui dispozitiv se dau în [18].

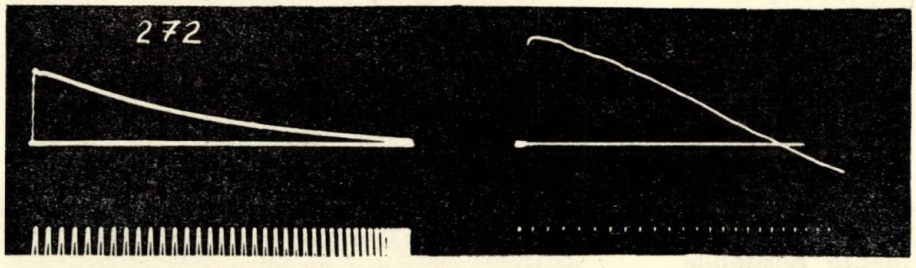
5. Forma undei de tensiune. Gradienţii de tensiune care se nasc în bobinaj la încercările de impuls ale transformatoarelor, depind în mare măsură de forma undei aplicate, de durata frontului şi spatelui undei. Durata frontului undei are o principală importanţă în acest sens [19], care de altfel este influenţată, în primul rînd, de capacitatea de impuls a transformatorului de încercat. Staţia de impuls a uzinei Electroputere asigură o durată a frontului în limitele admise de 0,5—1,5 μs, în cazul cînd capacitatea de impuls (capacitatea de intrare) a transformatorului nu depăşeşte aproximativ 1 000 pF. Durata spatelui undei este un factor mai puţin esenţial decît frontul undei în ce priveşte gradientul de potenţial. În [19] se arată că micşorarea duratei spatelui undei de la 50 la 30 μs nu influenţează asupra gradienţilor în izolaţia dintre spirele sau galeţii bobinajului şi influenţează puţin asupra gradienţilor în izolaţia principală (de exemplu faţă de miez). În unele cazuri (la transformatoare de mare putere cu tensiune nominală destul de mică) nu se poate asigura durata spatelui undei conform abaterilor minime admise. În aceste cazuri se iau măsuri ca : mărirea rezistenţei de descărcare, punerea la pămînt printr-o rezistenţă a acelor faze din bobinaj pe care nu se aplică tensiunea de impuls etc. Mărirea capacităţii de impuls a generatorului prin conectarea condensatoarelor din cascadă paralel se practică numai în cazuri excepţionale. Avînd în vedere normele suedeze [19] cum şi experienţa uzinei în acest domeniu, se consideră acceptabilă toleranţa de ± 50% în asigurarea duratei convenţionale a spatelui undei (50 μs).

În fig. 4 se dau formele undei de tensiune a generatorului de impuls în gol şi în sarcină.

6. Metodologia efectuării probelor de impuls la transformatoare de forţă. În laboratorul uzinei probele la impuls de tensiune ale transformatoarelor de forţă se efectuează în următoarea ordine :

a) *Etalonarea generatorului de impuls.* Se etalonează generatorul de impuls, atît ca valoare de tensiune de impuls, cît şi ca formă de undă.

Se reglează generatorul în gol la tensiunea de 50% din valoarea tensiunii de încercare. Măsurătorile se efectuează cu eclatoare cu sfere avînd diametrul de 750 mm prin „metoda 50% amorsări". Tensiunea de 50% amorsări se stabileşte în urma a 10 im-



a) *b*)

Fig. 4. Unda de impuls de tensiune în gol (*a*) şi în sarcină (*b*) a staţiei de impuls din uzină (sarcina este un transformator de putere mijlocie),

pulsuri consecutive cu un interval între ele de circa 30 s.

Se ridică oscilograma undei de tensiune cu generatorul în gol.

Verificarea formei undei de tensiune se efectuează la această tensiune reglată în gol. Înregistrarea undei de impuls se face cu oscilograful catodic de impuls, transformatorul fiind conectat la bornele generatorului. Pentru verificarea frontului undei se utilizează o durată de desfășurare a spotului pe întregul ecran de circa 5 μs. Verificarea spatelui undei se face folosind o durată de desfășurare a spotului pe întregul ecran de circa 70 μs. În baza oscilogramelor se constată dacă unda de impuls obținută în sarcină corespunde normelor.

b) Determinarea căderii de tensiune a generatorului în sarcină. Din oscilogramele obținute la a) și b) se constată căderea de tensiune procentuală în sarcină a generatorului.

c) Ridicarea normogramelor. Se oscilografiază simultan curentul de impuls și curentul capacitiv la 50% din tensiunea de încercare a bobinajului respectiv conectat după o schemă adecvată.

d) Reglarea generatorului la tensiunea de încercare. Ținînd seamă de căderea de tensiune procentuală a generatorului în sarcină, stația de impuls se reglează pentru tensiunea de încercare a bobinajului prin „metoda 50% amorsări" în gol.

e) Efectuarea încercării. Transformatorului i se aplică două impulsuri pozitive și două impulsuri negative, undă plină la tensiunea de încercare prescrisă, succesiv fiecărei faze. Se înregistrează în aceleași condiții ca la pct. c) oscilogramele curentului de impuls și curentului capacitiv (defectograme). Din compararea normogramelor obținute la pct. c) și a defectogramelor obținute la pct. e) se constată dacă transformatorul a suportat încercarea.

C. Rezultate experimentale obținute la încercarea transformatoarelor de forță din uzină la impuls de tensiune

Cunoscînd importanța încercării cu undă de impuls a transformatoarelor, în uzina Electroputere s-a introdus în cursul anului 1957, această încercare în nomenclatura probelor de tip ce se efectuează asupra transformatoarelor în ulei gata confecționate. În rezolvarea acestei probleme s-a căutat ca metoda folosită de detectare a defectelor să necesite un montaj simplu al probei și, în special, siguranță în ce privește indicarea apariției unui defect în transformatorul încercat. Avînd în vedere cele de mai sus, metoda folosită în uzina Electroputere este metoda combinată de detectare a defectelor [6] care — după cum se va vedea — a dat satisfacție la probele de verificare a metodei, efectuate asupra transformatoarelor cu defecte artificial create.

În stadiul actual experiența acumulată în uzină se referă la încercările transformatoarelor cu undă plină, cele cu undă tăiată fiind în curs de experimentare.

În ce privește modul detaliat în care se efectuează încercarea de impuls cu undă plină, s-a arătat la § *B.* 6, iar schemele de încercare folosite se indică pentru fiecare transformator încercat.

1. **Încercări și rezultate obținute la verificarea metodei de detectare a defectelor.** Defectele ce pot apare în interiorul transformatorului se pot grupa astfel:

— defecte în interiorul bobinajului încercat;

— defecte între bobinajul încercat și celelalte bobinaje;

— defecte între bobinajul încercat și părțile puse la masă.

Defectele artificial create în transformatoare au respectat gruparea de mai sus, încercarea efectuîndu-se cu o tensiune de impuls redusă (50—60% din tensiunea de încercare), evitîndu-se astfel îmbătrînirea prematură a izolației sau apariția unui defect nedorit.

a) Indicarea unui defect între galeții bobinajului de înaltă tensiune. Cu ajutorul unui eclator special s-a făcut o punte între galeții bobinajului de înaltă tensiune obținîndu-se astfel o străpungere artificială în timpul încercării cu unda de impuls (fig. 5).

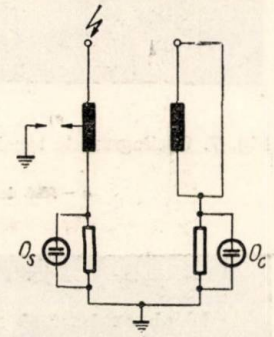
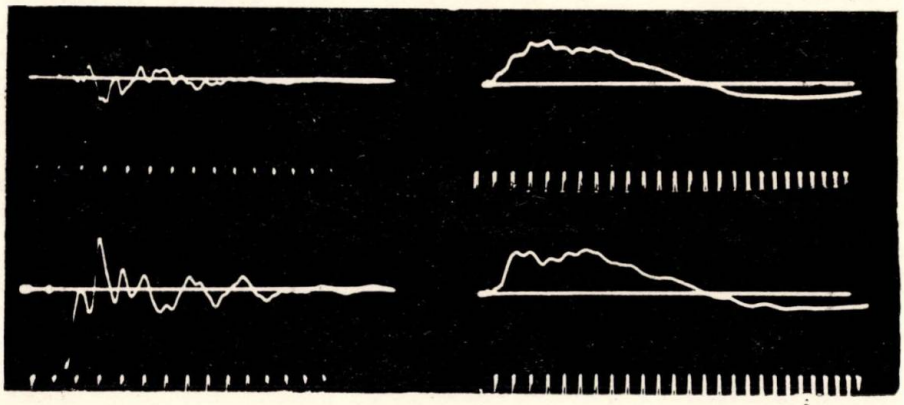


Fig. 5. Schema principială folosită pentru indicarea defectului între galeți a unui bobinaj de înaltă tensiune cu defectare artificială.

În fig. 6 sînt redate oscilogramele obținute la încercările unui transformator de 5 600 kVA cu străpungere artificială între galeții 5 și 10 ai bobinajului de înaltă tensiune și oscilogramele aceluiași bobinaj fără defect.

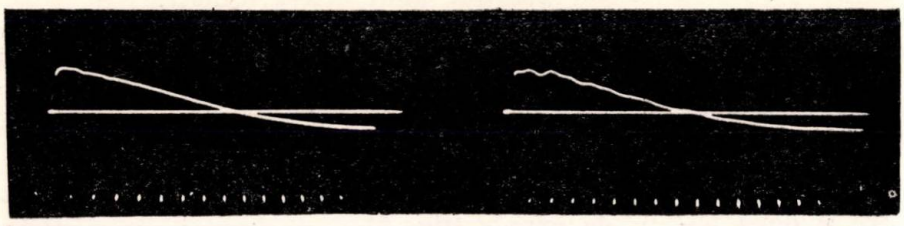
Comparînd curbele curenților capacitivi i_c și de impuls i_s din ambele cazuri, se observă foarte bine momentul apariției defectului, marcat prin oscilațiile de înaltă frecvență ale curentului capacitiv. Se mai observă că și curentul de impuls înregistrat la încercare cu defect este schimbat față de situația bobinajului bun și anume se constată o creștere a amplitudinii, datorită micșorării impedanței de impuls a transformatorului. La această încercare s-a înregistrat și tensiunea de impuls aplicată înfășurării, iar din compararea oscilogramelor obținute (fig. 7) pentru cele două cazuri (cu defect și fără defect), se observă deosebirea dintre tensiunile înregistrate, ceea ce confirmă încă o dată că defectele de la începutul bobinajului se conturează și în forma undei aplicate-

Oscilogramele din fig. 8 reprezintă tot o străpungere între galeţii bobinajului de înaltă tensiune la un transformator trifazat de 190 kVA cu neutrul inaccesibil.



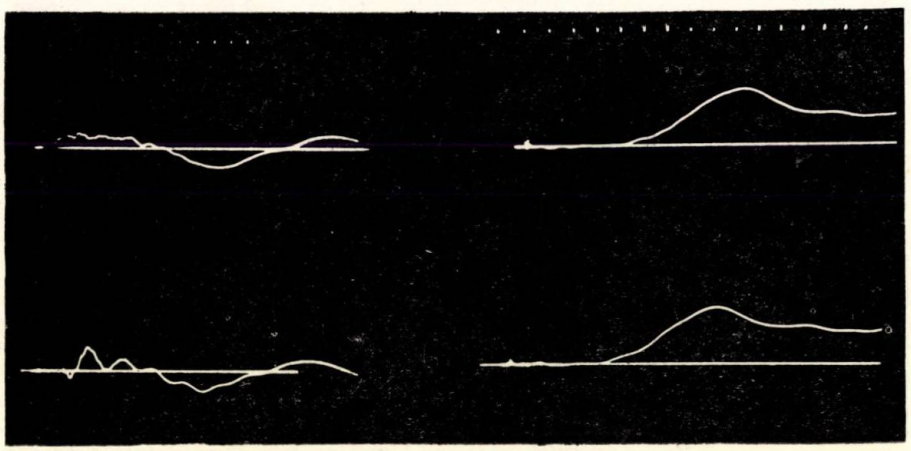
i_c i_s

Fig. 6. Oscilogramele curenţilor capacitivi i_c şi de impuls i_s la încercarea unui transformator trifazat de 5 600 kVA; 35/6 kV cu undă de impuls plină conform schemei de încercare din fig. 1, *d*:
sus – fără defect; jos – cu defect artificial între galeţii 5–7, etalonare 5 μs.



a) *b*)

Fig. 7. Oscilogramele tensiunii de impuls aplicate unui transformator de 5 600 kVA; 35/6 kV:
a – fără defect; *b* – cu acelaşi defect ca în fig. 6 – etalonare 5μs.



i_c i_s

Fig. 8. Oscilogramele curenţilor capacitivi i_c şi de impuls i_s înregistrate la încercarea cu undă de impuls a unui transformator de 190 kVA 35/0,4 kV, conform schemei de încercare din fig. 1, *c*:
sus – fără defect; jos – cu defect artificial între galeţii 4–5 – etalonare 5 μs.

b) *Indicarea unui defect între bobinajul de înaltă tensiune şi cel de joasă tensiune* (fig. 9). În cazul acesta s-a creat un defect artificial între priza de reglaj a fazei *A* încercate şi borna fazei *a* a bobinajului de joasă tensiune la un transformator de 190 kVA. Oscilogramele obţinute în acest caz sînt date în fig. 10. Defectul se conturează foarte bine în curba curentului capacitiv care creşte brusc la apariţia străpungerii dintre cele două înfăşurări. Amplitudinea redusă a curentului de impuls în acest caz este, de asemenea, un indiciu preţios asupra stabilirii naturii defectului.

c) *Indicarea unui defect între bobinajul încercat şi părţile puse la masă.* Încercările au fost efectuate pe un transformator de 5 600 kVA căruia i s-a creat o străpungere artificială între galetul 10 al bobinajului de înaltă tensiune şi miez (fig. 11).

Înregistrările curentului capacitiv şi de impuls (fig. 12) oglindesc foarte clar momentul străpungerii, în special oscilograma curentului capacitiv care este caracteristică acestui gen de defect.

S-au prezentat numai cîteva rezultate mai caracteristice dintr-un număr mare de încercări efectuate pe transformatoare prevăzute cu defecte artificiale. Rezultatele bune obţinute astfel cu metoda combinată de detectare a defectelor au permis ca încercarea transformatoare-

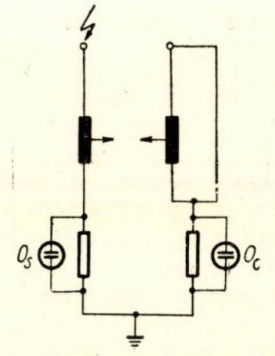
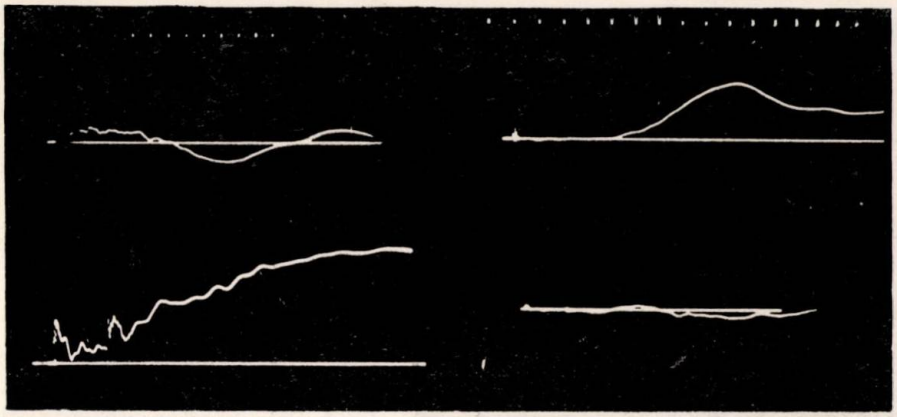


Fig. 9. Schema principială folosită pentru indicarea defectului dintre bobinajul de înaltă tensiune şi joasă tensiune cu defectare artificială.

lor la impuls să se facă folosind metoda aleasă.

2. **Rezultate obţinute la încercarea transformatoarelor cu undă de impuls plină.** În cele ce

urmează se vor da rezultatele obținute la încercările efectuate cu undă de impuls asupra



i_c i_s

Fig. 10. Oscilogramele curenților capacitivi i_c și de impuls i_s înregistrate la încercarea unui transformator de 190 kVA, 35/0,4 kV, cu nul inaccesibil conform schemei din fig. 1, *c*:
sus – fără defect; jos – cu străpungere artificială între faza *A* încercată a bobinajului de înaltă tensiune și borna fazei *a* a bobinajului de joasă tensiune; etalonare 5 μs.

în transformatoare. Sonda acustică pentru determinarea străpungerilor în transformatoare constituie o altă cale de verificare dacă în interiorul cuvei transformatorului s-a produs sau nu o străpungere.

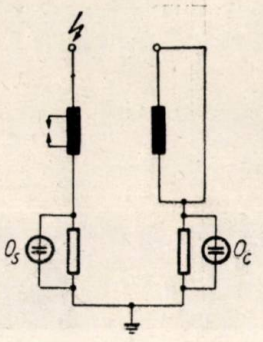


Fig. 11. Schema principială folosită pentru indicarea defectului între bobinajul încercat și părțile puse la masă cu defectare artificială.

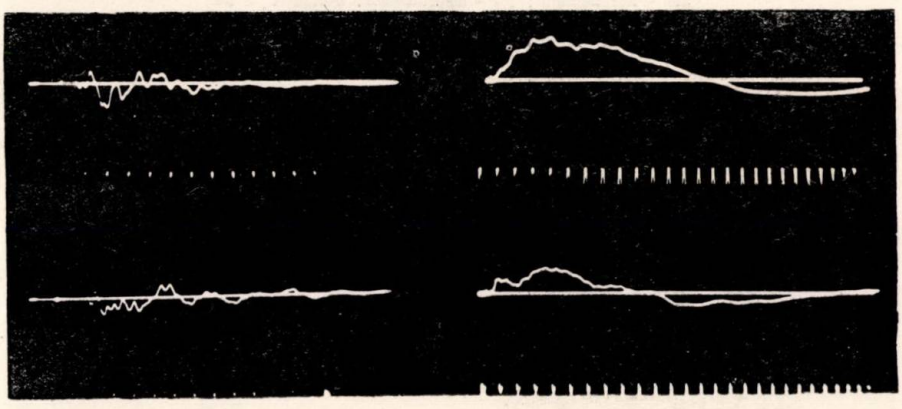
cîtorva transformatoare de forță. Oscilogramele obținute la încercarea unui transformator de 1 300 kVA 15/0,4 kV, Y_0Y_0 care a rezistat încercărilor la impuls conform recomandărilor CEI sînt date în fig. 13.

Înregistrările oscilografice din fig. 14 reprezintă curentul capacitiv și de impuls obținut la încercarea înfășurării de joasă tensiune a unui transformator cu trei înfășurări din seria de 110 kV conform schemei din fig. 15. Din interpretarea normogramelor și a defectogramelor se constată că bobinajul încercat a rezistat.

Încercările efectuate cu undă de impuls asupra bobinajului de înaltă tensiune conform schemei de încercare din fig. 16, la același transformator au dus la o conturnare masivă a galeților cu izolație neîntărită de la începutul bobinajului (fig. 17). S-au luat măsuri de întărire a izolației și după executarea unui nou bobinaj s-au reluat încercările a căror rezultate au fost mulțumitoare.

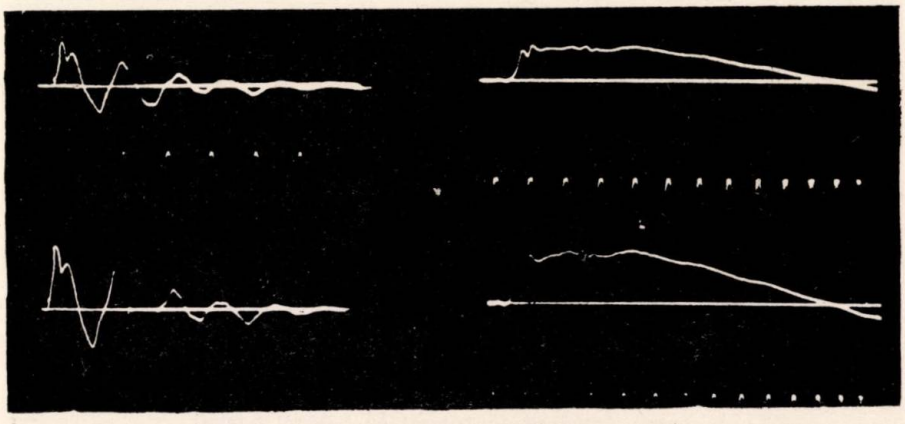
Înregistrările oscilografice obținute în acest caz sînt date în fig. 18.

3. **Sonda acustică pentru determinarea străpungerilor**



i_c i_s

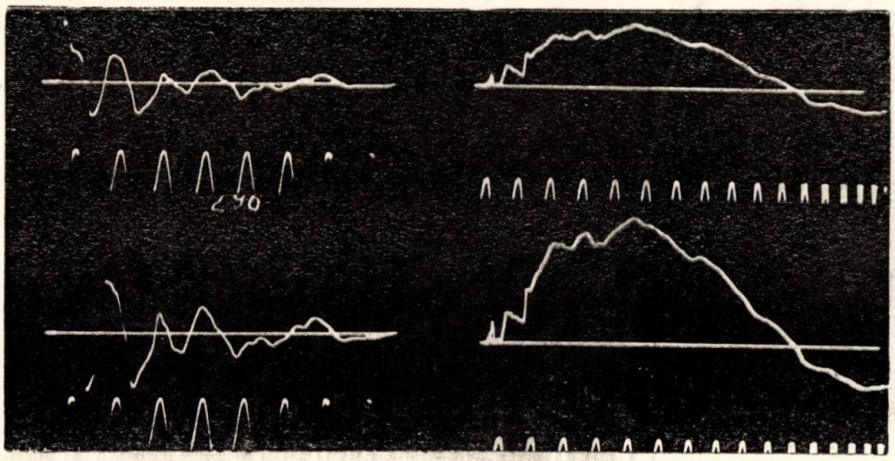
Fig. 12. Oscilogramele curenților capacitivi i_c și de impuls i_s înregistrate la încercarea cu undă de impuls a unui transformator de 5 600 kVA; 35/5 kV conform schemei din fig. 1, *d*:
sus – fără defect; jos – cu defect artificial între galetul 10 al bobinajului de înaltă tensiune și miez; etalonare 5 μs.



i_c i_s

Fig. 13. Oscilogranele curenților capacitivi i_c și de impuls i_s înregistrate la încercarea unui transformator de 1 300 kVA; 15/0,4 kV cu undă de impuls conform schemei din fig. 1, *b*:
sus – normogramă; jos – defectogramă; etalonare 5 μs.

După cum se ştie, orice străpungere în interiorul unui transformator este însoţită de o variaţie de presiune care la rîndul ei provine din destinderea gazelor formate datorită arcului electric. Această variaţie a presiunii se propagă în toată masa lichidului conform principiilor cunoscute ale hidraulicii.



i_c i_s

Fig. 14. Oscilogramele curenţilor capacitivi i_c şi de impuls i_s înregistrate la încercarea bobinajului de joasă tensiune a unui transformator cu trei înfăşurări din seria de 110 kV:
sus – normograme; jos – defectograme; etalonare 5 μs.

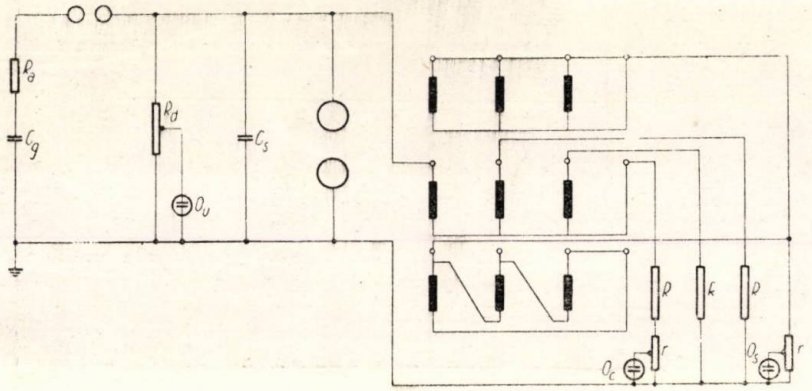


Fig. 15. Schema de montaj pentru încercarea bobinajului de joasă tensiune a unui transformator trifazat cu bobinaj terţiar:
C_g – capacitatea de impuls; C_s – capacitatea de sarcină; R_a – rezistenţa de amortizare; R_d – rezistenţa de descărcare; C_u . O_c . O_s – oscilografe catodice; r – rezistenţa de măsură de 10 Ω; R – rezistenţa de punere la pămînt de 500 Ω.

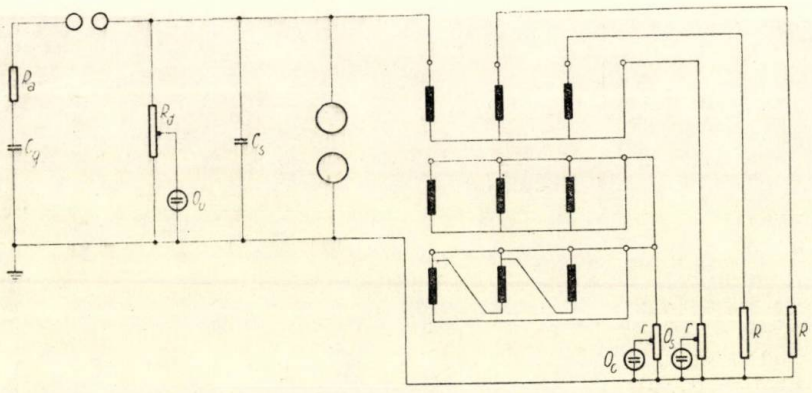


Fig. 16. Schema de montaj pentru încercarea bobinajului de înaltă tensiune a unui transformator trifazat cu bobinaj terţiar.

O sondă acustică este suficient de sensibilă pentru al putea înregistra şi urmări toate variaţiile de presiune din interiorul masei de ulei, produse pe această cale.

În planul de cercetare al laboratorului uzinei Electroputere se prevede studierea diferitelor tipuri de sonde ca :

sonda electromagnetică,
sonda microfonică,
sonda cu cristal piezoelectric.

Sonda electromagnetică (figura 19), de care laboratorul uzinei Electroputere s-a ocupat mai mult pînă în prezent, constituie un dispozitiv foarte sensibil de înregistrare a fenomenelor acustice din transformatoare. Dispune de un magnet permanent foarte puternic cu o bobină cu impedanţă de ieşire mică, cu scopul de a nu distorsiona fenomenele înregistrate.

Adaptarea de impedanţă de la sondă la un amplificator de bandă largă s-a făcut cu un transformator de adaptare, lucru care se face şi cu un repetor catodic.

Banda de frecvenţă în care lucrează această sondă este cuprinsă între 50 şi 50 000 Hz, bandă care pentru gama acustică este acoperitoare.

Sensibilitatea sondei variază cu frecvenţa fiind foarte sensibilă în banda de 1 000 — 10 000 Hz. Înlăturarea fenomenelor parazite a fost realizată prin ecranarea electrostatică şi magnetică.

Schema bloc de înregistrare a fenomenului este schiţată în fig. 20.

Dacă se cuplează sonda (conform fig. 20) la osciloscopul catodic se constată că fenomenele înregistrate la apariţia defectului în transformator, diferă substanţial faţă de cele înregistrate fără defect. Deoarece fenomenul de străpungere semnalat de sonda acustică este aperiodic şi de o durată foarte scurtă, este foarte dificilă înregistrarea fenomenelor (fotografierea), problemă care fiind

pusă la punct va da posibilitatea să se fotografieze toate felurile de defecte posibile în interiorul transformatorului încercat la impuls.

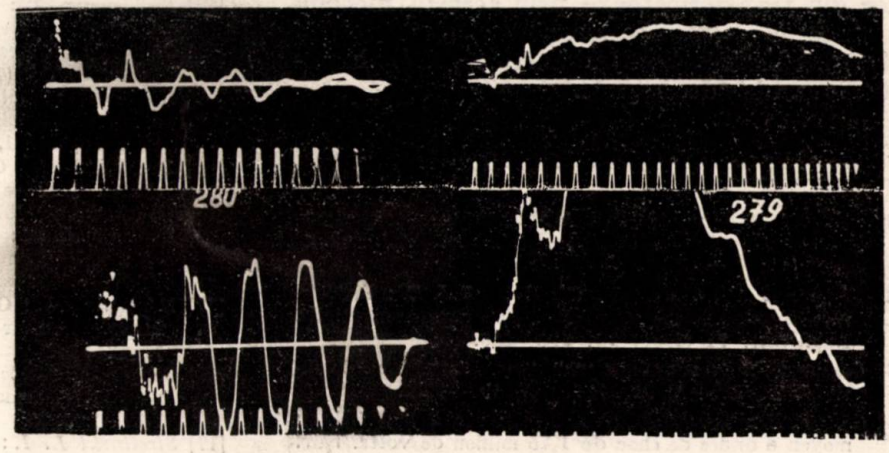
În fig. 21 se prezintă o oscilogramă ridicată cu ajutorul schemei bloc.

După trasarea oscilogramelor caracteristice defectelor posibile în interiorul unui transformator, se pare că această metodă de încercare va deveni o probă de control, deoarece cu ajutorul ei se poate constata foarte repede dacă s-a produs sau nu defectul în interiorul cuvei transformatorului și natura sa (aproximativ) după forma curbei.

În cazul că transformatorul se prezintă defect prin această metodă, se trece la cercetarea lui mai amănunțită și la localizarea defectului prin celelalte metode care sînt mult mai minuțioase.

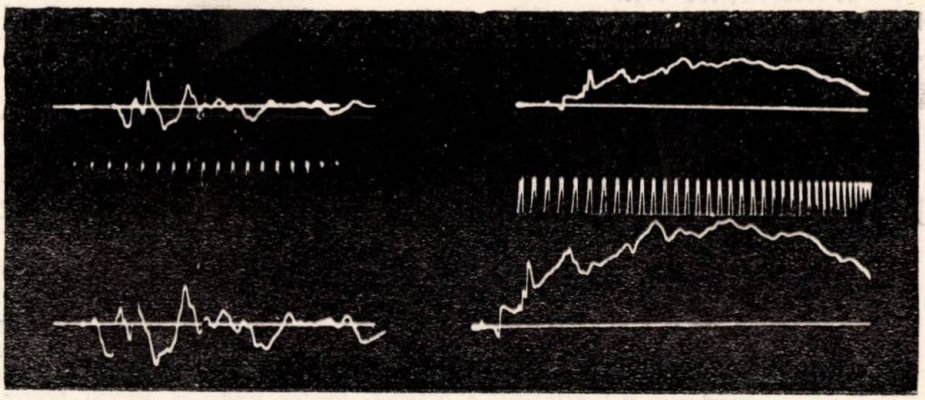
Se prevede, de asemenea, o metodă acustică prin care să se poată determina distanța de la locul defect pînă la sondă, bazată pe principiul asemănător cu al radarului.

Metoda constă în următoarele procedee : în momentul dării comenzii de amorsare a stației de impuls, se aplică un impuls inițial de referință pe oscilograf. Timpul ce se scurge de la darea comenzii de amorsare a stației și pînă la apariția defectului pe ecranul oscilografului este practic egal cu suma timpilor de deplasare



i_c i_s

Fig. 17. Oscilogramele curenților capacitivi i_c și de impuls i_s înregistrate la încercarea cu undă de impuls a bobinajului de înaltă tensiune, a unui transformator trifazat cu înfășurare terțiară din seria de 110 kV conform schemei de încercare din fig. 16 : sus — normogramă; jos — defectogramă; etalonare 5μs.



i_c i_s

Fig. 18. Oscilogramele curenților capacitivi i_c și de impuls i_s înregistrate la încercarea cu undă de impuls a bobinajului de înaltă tensiune al aceluiași transformator trifazat cu înfășurare terțiară din seria de 110 kV cu bobinajul modificat : sus — normogramă jos — defectogramă; etalonare 5 μs.

Fig. 19. Sonda electromagnetică.

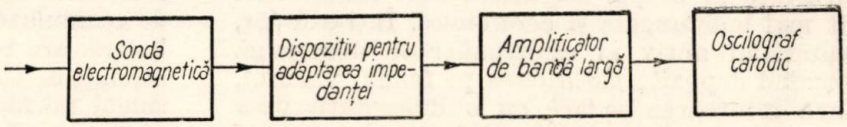


Fig. 20. Schema bloc de înregistrare a fenomenului.

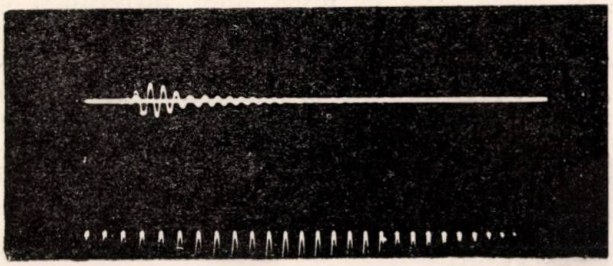


Fig. 21. Oscilograma defectului detectat cu ajutorul sondei acustice de tipul electromagnetic.

a undei de la stație la locul de defect și timpul de propagare a undei sonore prin ulei, de la punctul de defect pînă la sondă. Cunoscînd viteza de propagare a sunetului în ulei la o frecvență dată, se poate determina distanța de la locul defectului la sondă.

Este indicat ca locul optim de așezare a sondei să fie acela care dă posibilitatea undei

directe să ajungă de la locul de defect la sondă fără reflexii.

În concluzie se constată că detectarea defectelor din transformatoare prin această metodă va duce la uşurarea simţitoare a cercetării defectelor din interiorul transformatoarelor încercate la unda de impuls.

Bibliografie

[1] *Farkas L., Paulusz M., Reisch F.*: Lökőfeszultség vizasgálatok eröátviteli transformatorokon. Villamosság (1956) 3, 80—84.

[2] *Treanor E. D., Stewart H. C., Holcomb J. E.*: Production impulse testing of distribution transformers. El. Eng. volt. **71** (1952) 10, 925—928.

[3] *Gänger B.*: Stossprüfung von Transformatoren. Elektrotechn. Z. — A **76** (1955) 5, 177—186.

[4] *Gänger B.*: Essais de transformateurs à 380 kV au moyen d'ondes de choc de 1,75 million de volts. Rev. Brown Boveri **43** (1956) 12.

[5] *Hagenguth T. H.*: Stossprüfung von Transformatoren nach amerikanischer Praxis. Elektrotechn. Z.—A **76** (1955) 23, 828—831.

[6] *Helmchen G.*: Fortschritte auf dem Gebiet der Stossprüfung von Transformatoren. Elektrotechn. Z. — A **77** (1956) 7, 194—201.

[7] *Leh V.*: Polschii opit v oblasti impulsnoi procinosti transformatorov. Institut Electrotehnici (CAER)

[8] *Frid E. S.*: Metodica impulsnih ispitanii transformatorov. Electricestvo **73** (1953) 3, 22—26

[9] *Frid E. S.*: Razvitie metodichi impulsnîh ispitanii transformatorov. Electricestvo **76** (1956) 8, 31—35.

[10] *Froidevaux T.*: Quelques aspects de l'essai au choc des tranformateurs. Bull. Sécheron (1956) 25 F, 30—34.

[11] *Gänger B.*: Messmethoden der Stosspanungsprüfung. Bull ASE **48** (1957) 18, 809—813.

[12] *Elsner R.*: Détection des défauts d'isolement au cours des essais de choc des transformateurs. CIGRE 1954 Rap. 101, 1—28.

[13] *Parteni Antoni C.* şi *Antoniu I. S.*: Comportarea maşinilor electrice la unda de şoc. Ed. Acad. R.P.R. Bucureşti, 1957.

[14] *Holcomb J. E.*: Impulse tests on low voltage windings of distribution transformers. Electr. Eng, **74** (1955) 7, 573—577.

[15] *Hortopan Gh.*: Observaţii privind calculul şi comanda unui generator de impuls. Electrotehnica **5** (1957) 1, 13—18.

[16] *Gänger B.*: Auslesung von Stossgeneratoren zum Prüfen von Transformatore. Elektrotechn. Z. — A **75** (1954) 1,17—20.

[17] *Sirotinski L. I.*: Tehnica tensiunilor înalte. Trad. din lb rusă. Ed. Energetică de Stat, Bucureşti 1954.

[18] *Hortopan Gh.*: Dispozitiv de sincronizare a generatorului de impuls cu oscilograful catodic. Electrotehnica **6** (1958) 4, 126—130.

[19] *Froidevaux J, Rossier Cl.*: Impulse testing of large transformers: the maintenance of the wave shape and its importance, CIGRE (1956) Rap. nr. 118.

[20] *Hortopan Gh.*: Un generator de impuls de tensiune de 750 kV. Electrotehnica **6** (1958) 5,172—176.

Intrat în redacţie la 6.VI.1958

Redresor stabilizat pentru încărcarea automată a bateriilor de acumulatoare

SERGIU ŞAPIRA şi *GHEORGHE NISTOR* — Bucureşti*)

Încărcarea bateriilor de acumulatoare influenţează în mare măsură durata lor de viaţă şi impune anumite condiţii instalaţiilor de redresare care se folosesc în acest scop. Se constată că există un proces optim de încărcare a cărui respectare strictă asigură o funcţionare economică şi îndelungată a bateriei. Pentru realizarea acestui proces, autorii prezintă un redresor stabilizat pentru încărcarea automată a bateriilor de acumulatoare.

CZ 621.314.6 : 621.355.035.61

Exploatarea bateriilor de acumulatoare în diverse domenii industriale a demonstrat necesitatea adoptării unei caracteristici optime de încărcare în scopul asigurării unei funcţionări cît mai îndelungate şi economice. Într-adevăr, materialul activ al electrozilor se dezagregă formînd depozite mocirloase pe fundul vasului, dacă încărcarea se face cu o intensitate prea mare în perioada finală. Pe de altă parte, curentul de încărcare tinde la început să ia valori excesiv de mari din cauza stării descărcate a bateriei, fapt deosebit de dezavantajos pentru că sileşte redresorul care serveşte la încărcat să aibe dimensiuni mari, corespunzătoare valorilor maxime pe care le ia curentul [1].

Experienţa a dovedit că un alt factor care scurtează durata de viaţă a acumulatoarelor este încărcarea şi descărcarea lor succesivă. Pentru menţinerea bateriei permanent încărcată, se recurge la schema „tampon" la care redresorul se montează în paralel cu bateria de acumulatoare pe sarcină. În această situaţie bateria are rolul de a prelua eventualele suprasarcini, în timp ce redresorul alimentează consumul normal. Energia debitată de baterie la suprasarcină este recuperată în timpul sarcinii reduse, cînd redresorul furnizează un curent de valoare superioară celui consumat. Acest curent devine foarte mare, cînd bateria se află descărcată în urma unei întreruperi a tensiunii reţelei [1].

Observaţiile de mai sus au condus la concluzia că bateriile de acumulatoare se încarcă cel mai avantajos cu ajutorul unui redresor stabilizat, capabil să păstreze tensiunea continuă de ieşire constantă în limite cît mai strînse şi să limiteze valoarea curentului de încărcare la o valoare convenabilă.

*) Ing. S. Şapira este cercetător principal la ICET; Ing. Gh. Nistor este cercetător la ICET.

Pentru a ilustra concluziile expuse, se dau în fig. 1 şi 2 diagramele teoretice ale procesului optim de încărcare a bateriilor de acumulatoare şi ale tensiunii redresorului staţiei „tampon" în funcţie de curentul debitat [2].

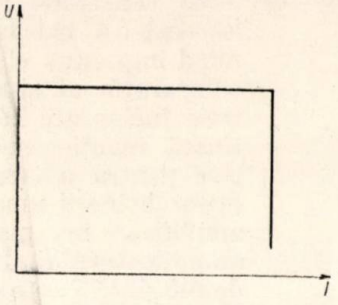


Fig. 1. Caracteristicile optime de încărcare ale bateriilor de acumulatoare:
U – tensiunea bateriei; I – curentul de încărcare

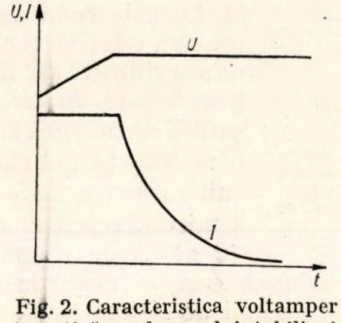


Fig. 2. Caracteristica voltamper teoretică a redresorului stabilizat prevăzut cu limitator automat de curent.

Din cîmpul de aplicaţii al sistemelor automate de încărcare a bateriilor de acumulatoare fac parte: circuitele secundare ale centralelor şi staţiilor de transformare, instalaţiile industriale care folosesc curent continuu, centralele telefonice şi telegrafice, laboratoarele ştiinţifice etc.

Pentru cazurile cînd alimentarea în curent continuu este prevăzută numai la întreruperea tensiunii alternative, cum este cazul la instalaţiile de siguranţă pentru iluminat, redresorul se dimensionează exclusiv pentru menţinerea bateriei în stare normală de încărcare.

Procedeul automat de încărcare a bateriilor de acumulatoare, prezintă avantaje foarte mari în comparaţie cu încărcătoarele obişnuite manevrate manual, şi anume [1]:

— reducerea la minimum a uzurii plăcilor de plumb şi posibilităţile lor de sulfatare;

— eliminarea cheltuielilor de întreţinere;

— menţinerea elementelor în perfectă stare de curăţenie, prin evitarea descompunerii electrolitului;

— certitudinea menţinerii bateriei în permanentă stare de încărcare; datorită acestui fapt în numeroase cazuri se pot folosi baterii de capacităţi mai reduse;

— ridicarea calităţii funcţionării aparatelor receptoare, datorită menţinerii constante a tensiunii redresorului de alimentare;

— sporirea randamentului la staţiile de încărcare „tampon" prin faptul că pe toată durata de încărcare, energia electrică este furnizată aparatelor de utilizare de către redresor;

— limitarea automată a curentului, protejează redresorul de suprasarcini, fără a fi necesară întreruperea funcţionării;

— prelungirea considerabilă a duratei de viaţă a acumulatoarelor cu plumb şi chiar a celor alcaline.

Pentru puterile uzuale care intră în joc la încărcarea bateriilor de acumulatoare, elementul de automatizare cel mai adecvat s-a dovedit a fi transductorul şi ca atare în cele ce urmează se tratează schema încărcătorului automat cu reglaj magnetic.

Principiul de funcţionare a redresorului automat

Reglajul tensiunii redresorului *4* (fig. 3) constă în compensarea abaterilor sale de la valoarea nominală ori de cîte ori se produce variaţia tensiunii alternative a reţelei sau a curentului de sarcină. Această operaţie devine posibilă prin constituirea unui circuit închis în care mărimea Y de comandă a reactanţei variabile *3* este proporţională cu abaterea apreciată de elementul de comparaţie *1* ca diferenţă între mărimea de referinţă R şi mărimea de măsură X.

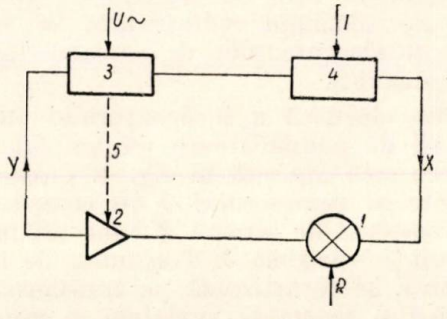


Fig. 3. Schema bloc a reglajului magnetic a unui redresor automat:
1 – element de comparaţie; *2* – preamplificator magnetic, *3* – transductor principal (reactanţă variabilă); *4* – redresor; *5* – cuplaj elastic de reacţie; X – mărimea de măsură; Y – mărimea de comandă; R – mărimea de referinţă; U – tensiunea reţelei (mărime perturbatoare); I – curentul de sarcină (mărime perturbatoare).

Schema electrică a redresorului automat pentru încărcarea bateriilor de acumulatoare prin procedeul staţiilor „tampon"

Problema încărcării automate a bateriilor de acumulatoare se reduce, de fapt, la stabilizarea tensiunii şi la limitarea curentului debitat de redresor [3].

Stabilizarea tensiunii unui redresor prezintă multe analogii constructive cu stabilizarea

tensiunii alternative, însă practic este mai complicată. Astfel, la creşterea sarcinii este necesar ca pe lîngă restabilirea tensiunii la bornele transformatorului de sarcină, prin modificarea reactanţei variabile, să se execute şi o supracompensare de tensiune pentru acoperirea căderii de tensiune din redresor. Afară de aceasta în curent continuu se adaptează mult mai greu un element neliniar la intrarea în elementul de comparaţie care să transforme variaţiile reduse ale tensiunii redresorului în variaţii importante ale curentului de comandă al preamplificatorului.

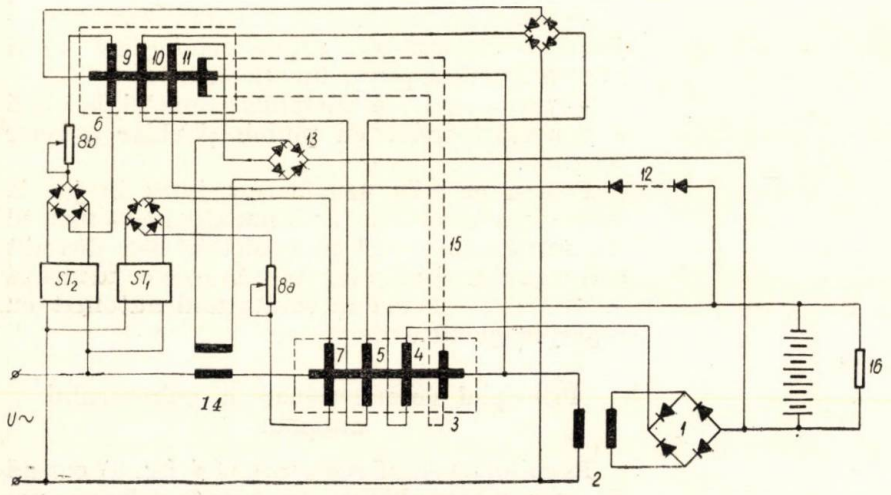


Fig. 4. Schema electrică a încărcătorului automat de baterii de acumulatoare cu amplificatoare magnetice:

1 – redresor de sarcină; *2* – transformator de sarcină; *3* – reactanţă variabilă; *4* – înfăşurarea de reacţie pozitivă, *5* – înfăşurarea de comandă; *6* – preamplificator magnetic; *7* – înfăşurare de polarizare; *8,a* – reostat variabil; *8,b* – reostat variabil; *9* – înfăşurare de referinţă, *10* – reacţia pozitivă a preamplificatorului; *11* – înfăşurare de măsură; *12* – element neliniar; *13* – redresor pentru limitarea curentului; *14* – reductor de intensitate; *15* – reacţie elastică, *16* – rezistenţă de sarcină.

Schema electrică a încărcătorului automat de baterii de acumulatoare cu amplificatoare magnetice este indicată în fig. 4. Circuitul de alimentare al redresorului *1* se compune din transformatorul de sarcină *2*, conectat în serie cu reactanţa variabilă *3*. Tensiunea de intrare alternativă, se repartizează pe transformatorul de sarcină şi reactanţa variabilă în raport cu modulele vectorilor impedanţelor respective. Pentru ca reactanţa variabilă să prezinte o cît mai mare sensibilitate la schimbările de sarcină, transductorul respectiv este prevăzut cu o reacţie pozitivă *4* prin care trece curentul continuu de sarcină, producînd un număr de amperspire aproximativ egal cu valoarea medie a amperspirelor de curent alternativ. În vederea obţinerii unui factor de amplificare al sistemului automat suficient de mare şi a unei constante de timp suficient de reduse, înfăşurarea de comandă *5* a reactanţei variabile *3* este alimentată de preamplificatorul *6*. Tot reactanţei variabile *3* îi aparţine şi înfăşurarea de polarizare *7* care are rolul să stabilească poziţia punctului de funcţionare pe caracteristica de sarcină a transductorului. Alimentarea acestei înfăşurări se face de la stabilizatorul ST_1 prin intermediul potenţiometrului *8, a*. Preamplificatorul *6* este prevăzut cu înfăşurări concentrice de curent continuu, şi anume: două înfăşurări de comandă parcurse în opoziţie, dintre care una constituie referinţa *9* iar cealaltă măsura *11*, formînd împreună elementul de comparaţie al sistemului; a treia înfăşurare *10* este destinată reacţiei externe pozitive pentru a oferi posibilitatea obţinerii unui factor de amplificare mai mare al preamplificatorului. Înfăşurarea de referinţă *9* este alimentată de un stabilizator de tensiune ST_2 prin potenţiometrul *8, b*, iar cea de măsură este străbătută de un curent care depinde de valoarea tensiunii la bornele redresorului. Pentru ca variaţiile acestui curent cu tensiunea să fie cît mai pronunţate, în circuitul înfăşurării de măsură s-a introdus o rezistenţă neliniară constituită dintr-o serie de celule semiconductoare de seleniu *12* al căror număr se alege astfel ca tensiunea care se repartizează pe ele să corespundă zonei de neliniaritate a caracteristicii celulelor semiconductoare. Limitarea curentului de sarcină se obţine de asemenea cu ajutorul circuitului de măsură *11*, în care se intercalează redresorul *13* prin care trece curentul continuu de măsură. La bornele de curent alternativ ale redresorului *13* se aplică o tensiune proporţională cu curentul din primarul transformatorului de sarcină prin intermediul reductorului de intensitate *14*. Atît timp cît curentul în secundarul reductorului de intensitate este inferior curentului continuu din redresorul 13, curentul de măsură e independent de această tensiune şi îndată ce valoarea curentului continuu a fost egalată, curentul prin înfăşurarea de măsură începe să crească o dată cu curentul de sarcină, iar efectul se traduce într-o modificare a valorii amperspirelor rezultante care acţionează în sensul desaturării reactanţei variabile *3*, şi deci, a reducerii tensiunii la bornele redresorului de sarcină. Astfel, reductorul de intensitate *14* trebuie în aşa fel dimensionat încît la atingerea curentului limită de sarcină, tensiunea secundarului reductorului de intensitate să capete valoarea critică cu care începe debitarea în circuitul de măsură *3*.

În vederea amortizării oscilaţiilor de tensiune care tind să ia naştere la diverse variaţii de regim, schema a fost prevăzută cu un circuit de reacţie elastică *15*, datorită căreia tensiunea indusă într-o înfăşurare specială a reactanţei variabile *3* se aplică preamplificatorului

6, influențînd dinamica procesului tranzitoriu. Reacția pozitivă *4* a reactanței variabile *3* intercalîndu-se la ieșirea din redresor în serie cu sarcina, îndeplinește un rol de reducere a pulsațiilor curentului, deoarece constituie o reactanță de valoare mare.

Rezultate experimentale

Aparatul descris a fost construit în secția de curenți tari a Institutului de cercetări electrotehnice, pentru tensiunea nominală de 48 V și curentul nominal de 8 A, la o tensiune de alimentare de 208 V, c. a.

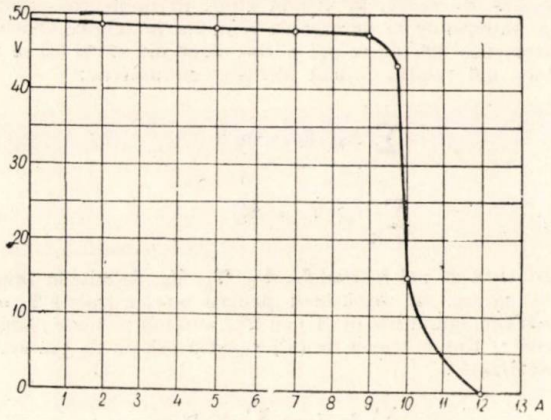


Fig. 5. Caracteristica voltamper ridicată

Performanțele obținute au fost următoarele: la variații de ± 15% ale tensiunii de alimentare și modificarea sarcinii de la gol la valoarea nominală, tensiunea redresată a înregistrat variații de ±2%.

Valoarea staționară a tensiunii redresate se stabilește la variații bruște de sarcină, în cîteva zecimi de secundă, în condiții bune fără oscilații sau fenomene de instabilitate.

Limitarea curentului începe în momentul cînd sarcina atinge 9 A printr-o reducere rapidă a tensiunii de la 48 la 15 V pentru care curentul se stabilește la 10 A. Mai departe, limitarea decurge mai lent ajungînd în cazul scurtcircuitului la 12 A. În fig. 5 se arată diagrama obținută experimental cu redresorul stabilizat construit la ICET pentru valoarea nominală a tensiunii de alimentare.

Date constructive

Redresorul automat pentru încărcarea bateriilor de acumulatoare descris mai sus, se compune din următoarele piese principale:

1. *Amplificator magnetic monofazat* de 500 VA constituit din:

— două circuite magnetice a cîte 180 tole U fiecare cu dimensiunile interioare 150 × 60 și dimensiunile exterioare 190×100 mm, ștanțate din tablă silicioasă de transformator în grosime de 0,35 mm;

— patru bobine de curent alternativ a cîte 125 spire Cu E cu diametrul de 1,5 mm, care se montează pe coloanele fiecărui miez;

— două bobine de curent continuu care cuprind cele două circuite magnetice, constituite din cîte 1 000 de spire Cu E cu diametrul de 0,6 mm;

— două bobine de curent continuu concentrice cu cele de mai sus, constituite din 10 000 spire Cu E cu diametrul de 0,35 mm;

— două bobine de curent continuu concentrice cu cele de mai sus constituite din 60 spire Cu E cu diametrul de 2 mm.

2. *Preamplificator magnetic monofazat* de 20 VA constituit din:

— două circuite magnetice a cîte 25 tole U fiecare cu dimensiunile interioare 150×60 mm și dimensiunile exterioare 190×100 mm, ștanțate din tablă silicioasă de transformator în grosime de 0,35 mm;

— patru bobine de curent alternativ a cîte 600 spire Cu E avînd diametrul de 0,5 mm, care se montează pe brațele fiecărui miez;

— două bobine de curent continuu care cuprind cele două circuite magnetice, constituite din cîte 800 spire cu prize la 600 și 700 spire executate din Cu E cu diametrul de 0,5 mm;

— două bobine de curent continuu concentrice cu cele de mai sus, constitute din 8 000 spire Cu E avînd diametrul de 0,35 mm.

3. *Transformator* de 400 VA *cu tensiunea primară de* 170 V *și tensiunea secundară* de 80 V.

4. *Reductor de intensitate cu sarcina de* 530 Ω *și un curent secundar de* 55 mA *la un curent primar de* 5A.

5. *Două aparate stabilizatoare de tensiune pe principiul ferorezonanței*, și anume:

— un stabilizator de 15 W cu tensiunea nominală de intrare 208 V și tensiunea secundară de 83 V;

— un stabilizator de 3 W cu tensiunea nominală de intrare de 208 V și tensiunea secundară de 30 V.

Concluzii

Rezultatele exploatării au dovedit că în comparație cu alte elemente de reglaj, transductorul prezintă avantajul unui aparat static, robust, fără piese mobile, insensibil la vibrații și care nu necesită nici un fel de întreținere. Durata reglajului cu aceste elemente este redusă iar precizia cerută de exploatare se obține fără greutate. Unicul dezavantaj al procedeului descris îl constituie reducerea factorului de putere, care poate fi însă ușor compensat cu ajutorul unei baterii de condensatoare.

Bibliografie

[1] *Lamm U.*: Le redresseur sec à reglage avostatique combiné avec une batterie d'accumulateurs, constitue la source auxiliare de courant idéale. ASEA — Rev. **18** (1946) 1—3, 33—39.

[2] *Germann F.*: Magnetisch geregelte Gleichrichter zum Laden und Pufern von Batterien. Elektrotechn. Z. — B **8** (1956)4, 116—118.

[3] *Bessonov L. A.*: Primenenie drosselei nosișcenia v sovremennoi tehnike. Electricestvo **68** (1948) 5. 7—21

Intrat în redacție la 16 VI 1958

Note

Mărimi conservative în rețele electrice neliniare

CZ 621.372 44

În rețelele electrice conservarea puterilor este o consecință algebrică a teoremelor lui Kirchhoff exprimate prin curenții din laturi și tensiunile la bornele laturilor, obținută ținînd seamă eventual de forma funcțiunilor de timp respective, dar fără a utiliza explicit legătura dintre curenți și tensiuni, care poate fi și neliniară. Relațiile de conservare astfel stabilite sînt uneori utilizate la rezolvarea circuitelor (metoda separării puterilor). Semnificația energetică a mărimilor care fac obiectul teoremelor de conservare (putere instantanee, putere activă, putere reactivă etc.) nu intervine nici în demonstrarea acestor teoreme nici în utilizarea lor la rezolvarea circuitelor. Din acest punct de vedere prezintă, deci, interes orice mărime conservativă și în cele ce urmează vom indica procedee de obținere a unor astfel de mărimi, care generalizează procedeele clasice cunoscute [1], [2], [3].

Considerăm o rețea electrică cu L laturi și N noduri pentru care ecuațiile lui Kirchhoff în valori instantanee sînt:

$$\sum_{k=1}^{L} N_{kb}\ i_k\ (t) = y_b\ (t); \tag{1}$$

$$\sum_{k=1}^{L} C_{kp}\ u_k\ (t) = 0 \tag{2}$$

în care $i_k\ (t)$ și $u_k\ (t)$ sînt curentul și tensiunea la borne ale laturii (k) $(k = 1,2, \ldots, L)$ cu sensurile pozitive asociate după aceeași regulă pentru toate laturile rețelei (în ceea ce urmează vom considera regula de la receptoare și puterea la borne $p_k = u_k\ i_k$ e putere primită algebric, oricare ar fi latura); $y_b\ (t)$ e curentul adus din exterior în nodul (b) $(b = 1,2,\ldots, N)$, considerat pozitiv cînd intră în nod (dacă rețeaua e izolată toți $y_b = 0$); N_{kb} e coeficientul de conexiune al laturii (k) la nodul (b) (egal cu 0, +1, −1 după cum latura nu e legată la nod, iese din nod, intră în nod); C_{kp} e coeficientul de conexiune al laturii (k) la ochiul (p) (egal cu 0, +1, −1 după cum latura nu aparține ochiului, aparține cu același sens, aparține cu sens contrar). Între coeficienții de conexiune există relațiile

$$\sum_{k=1}^{L} N_{bk}\ C_{pk} = 0 \tag{3}$$

(cum rezultă imediat din faptul că nu există decît un număr par de laturi ale ochiului (p) — de obicei două — care sînt legate la nodul (b) și din acestea jumătate ies, jumătate intră), ceea ce permite înlocuirea relațiilor (2) prin relațiile:

$$\sum_{b=1}^{L} N_{kb}\ v_b\ (t) = u_k\ (t) \tag{4}$$

care exprimă tensiunile la bornele laturilor în funcțiune de tensiunile $v_b\ (t)$ ale nodurilor față de un punct de referință arbitrar $(v = 0)$. Relațiile (1) și (4) constituie forma cea mai generală a teoremelor lui Kirchhoff în care rețeaua (eventual neliniară) e complet definită de matricea $[N_{kb}]$.

Înțelegem prin *mărime conservativă* într-o rețea electrică orice mărime C_k, caracteristică pentru fiecare latură (k), determinată numai de curentul i_k și tensiunea la borne u_k ale laturii și definită astfel încît să verifice relația de conservare:

$$\sum_{k=1}^{L} C_k = 0 \tag{5}$$

pentru orice rețea izolată (fără legături conductoare cu exteriorul, dar avînd eventual laturi cuplate inductiv cu exteriorul).

Dacă pentru o rețea se pot defini mai multe asemenea mărimi conservative $C_k^{(m)}$, orice combinație liniară a lor $\sum_m \lambda_m\ C_k^{(m)}$ e de asemenea o mărime conservativă. Dacă $\mathbf{P}$ e un operator liniar care acționează asupra funcțiunilor de timp (de exemplu derivarea de un ordin oarecare în raport cu timpul, sau integrarea repetată în timp, sau o combinație liniară a acestor operații) atunci și mărimea $\mathbf{P}C_k$ este de asemenea conservativă dacă C_k e o funcțiune de timp. Interesează de aceea, în primul rînd, mărimile conservative liniar independente de care ne ocupăm în cele ce urmează.

Asemenea mărimi se pot obține dacă din (1) și (4) se pot deduce noi relații, formal identice cu acestea:

$$\sum_{k=1}^{L} N_{kb}\ \mathfrak{I}_k = \mathfrak{y}_b; \tag{1'}$$

$$\sum_{b=1}^{N} N_{kb}\ \mathfrak{V}_b = \mathfrak{U}_k \tag{4'}$$

satisfăcute de noi mărimi $\mathfrak{I}_k$, $\mathfrak{y}_b$, $\mathfrak{V}_b$, $\mathfrak{U}_k$, definite în funcție de i_k, y_b, v_b, u_k, astfel încît pentru o rețea izolată $\mathfrak{y}_b = 0$. În adevăr, înmulțind pe (1′) cu $\mathfrak{V}_b$, sumînd pe toate nodurile rețelei și ținînd seamă de (4′) rezultă relația de conservare generalizată:

$$\sum_{k=1}^{L} \mathfrak{I}_k\ \mathfrak{U}_k = \sum_{b=1}^{N} \mathfrak{y}_b\ \mathfrak{V}_b \tag{6}$$

care definește mărimea conservativă:

$$C_k = \mathfrak{I}_k\ \mathfrak{V}_k \tag{7}$$

care pentru o rețea izolată satisface relația (5).

Considerente mai concrete se pot face numai ținînd seamă de forma funcțiunilor de timp care sînt curenții și tensiunile.

1. **Curenții și tensiunile sînt funcții oarecare de timp.** În acest caz general care corespunde regimului tranzitoriu al rețelelor, teoremele lui Kirchhoff (1), (4) sînt formulabile numai în valori instantanee, fiind însă valabile în orice moment. Vom considera $\mathfrak{I}_k = i_k\ (t)$ și deci $\mathfrak{y}_b = y_b\ (t)$ dar $\mathfrak{V}_b = v_b\ (t - \tau)$ și deci $\mathfrak{U}_k = u_k\ (t - \tau)$, unde $\tau \gtrless 0$ e o durată arbitrară. Relațiile de conservare (5) devin:

$$\sum_{k=1}^{L} i_k\ (t)\ u_k\ (t - \tau) = \sum_{b=1}^{N} y_b\ (t)\ v_b\ (t - \tau) \tag{6'}$$

mărimea conservativă care rezultă fiind o putere instantanee „de corelație"

$$C_k = p_k\ (t,\ \tau) = i_k\ (t)\, u_k\ (t - \tau) \tag{7'}$$

care coincide cu puterea instantanee dacă $\tau = 0$. Pentru fiecare valoare dată lui τ se obține cîte o mărime conservativă. Mărimile astfel obținute sînt liniar independente numai în măsura în care funcțiunile de timp $i_k\ (t)$ și $u_k(t)$ nu prezintă anumite regularități.

Considerăm, ca aplicație, *regimul armonic permanent* în care:

$$v_b = V_b \sqrt{2}\ \sin\ (\omega t + \alpha_b);\ u_k = U_k \sqrt{2}\ \sin\ (\omega t + \beta_k)$$
$$y_b = Y_b \sqrt{2}\ \sin\ (\omega t + \gamma_b);\ i_k = I_k \sqrt{2}\ \sin\ (\omega t + \delta_k) \tag{8}$$

Puterea instantanee „de corelație" e:

$$p_k\ (t,\tau) = I_k\ U_k\ \cos\ (\beta_k - \delta_k - \omega\tau) - I_k\ U_k\ \cos\ (2\omega t + \beta_k + \delta_k - \omega\tau)$$

$$p_k\ (t,\tau) = I_k\ U_k \cos\ (\beta_k - \delta_k) \cos\ \omega\tau + I_k\ U_k \sin\ (\beta_k - \delta_k) \sin\ \omega\tau - I_k\ U_k\ \cos\ (\beta_k + \delta_k) \cos\ (2\,\omega t - \omega\tau) + I_k\ U_k \sin\ (\beta_k + \delta_k) \sin\ (2\,\omega t - \omega\tau).$$

Cum τ și t sînt valori arbitrare, din relația de conservare (7) rezultă în acest caz numai *patru mărimi conservative liniar independente*, care sînt și constante (independente de timp).

$$P_k = U_k I_k \cos(\beta_k - \delta_k);\quad Q_k = U_k I_k \sin(\beta_k - \gamma_k)$$
$$P'_k = U_k I_k \cos(\beta_k + \delta_k);\quad Q'_k = U_k I_k \sin(\beta_k + \gamma_k) \tag{9}$$

(primele două fiind puterea activă și puterea reactivă). Cu (6) și (8), rezultă patru relații de conservare liniar independente pentru rețele neizolate:

$$\sum_{k=1}^{L} U_k I_k \cos(\beta_k - \delta_k) = \sum_{b=1}^{N} Y_b V_b \cos(\alpha_k - \gamma_k)$$
$$\sum_{k=1}^{L} U_k I_k \sin(\beta_k - \delta_k) = \sum_{b=1}^{N} Y_b V_b \sin(\alpha_k - \gamma_k)$$
$$\sum_{k=1}^{L} U_k I_k \cos(\beta_k + \delta_k) = \sum_{b=1}^{N} Y_b V_b \cos(\alpha_k + \gamma_k) \tag{10}$$
$$\sum_{k=1}^{L} U_k I_k \sin(\beta_k + \delta_k) = \sum_{b=1}^{N} Y_b V_b \sin(\alpha_k + \gamma_k)$$

din care primele două corespund conservării puterilor active, respectiv reactive. La rezolvarea circuitelor electrice de curent alternativ sinusoidal cu metoda separării puterilor se pot utiliza, așa dar, patru relații de conservare.

2. **Curenții și tensiunile sînt funcțiuni absolut integrabile de timp în intervalul** $(-\infty, +\infty)$. În acest caz realizat, de exemplu, de curenții și tensiunile de regim liber ai unei rețele disipative (care verifică ecuațiile (1) (4) ale lui Kirchhoff, separat de curenții și tensiunile de regim permanent), funcțiunile considerate pot fi dezvoltate în integrale Fourier:

$$v_b(t) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} \overline{V}_b(\omega)\, e^{j\omega t}\, d\omega \text{ cu } \overline{V}_b(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} v_b(t)\, e^{-j\omega t}\, dt$$
$$y_b(t) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} \overline{Y}_b(\omega)\, e^{j\omega t}\, d\omega \text{ cu } \overline{Y}_b(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} y_b(t)\, e^{-j\omega t}\, dt$$
$$u_k(t) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} \overline{U}_k(\omega)\, e^{j\omega t}\, d\omega \text{ cu } \overline{U}_k(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} u_k(t)\, e^{-j\omega t}\, d \tag{11}$$
$$i_k(t) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} \overline{I}_k(\omega)\, e^{j\omega t}\, d\omega \text{ cu } \overline{I}_k(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} i_k(t)\, e^{-j\omega t}\, d$$

în care $\overline{V}_b(\omega)$, $\overline{Y}_b(\omega)$, $\overline{U}_k(\omega)$, $\overline{I}_k(\omega)$ sînt amplitudinile complexe ale densităților spectrale ale funcțiunilor $v_b(t)$, $y_b(t)$, $u_k(t)$, $i_k(t)$.

Înlocuind expresiile (11) în ecuațiile lui Kirchhoff (1) și (4) se obțin relațiile:

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\left[\sum_{k=1}^{L} N_{kb}\, \overline{I}_k(\omega) - \overline{Y}_b(\omega)\right] e^{j\omega t}\, d\omega = 0 \tag{12}$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\left[\sum_{b=1}^{N} N_{kb}\, \overline{V}_b(\omega) - \overline{U}_k(\omega)\right] e^{j\omega t}\, d\omega = 0 \tag{13}$$

care nu pot fi satisfăcute în fiecare moment t $(-\infty \leqslant t \leqslant +\infty)$ decît dacă:

$$\sum_{k=1}^{L} N_{kb}\, \overline{I}_k(\omega) = \overline{Y}_b(\omega) \tag{14}$$

$$\sum_{b=1}^{N} N_{kb}\, \overline{V}_b(\omega) = \overline{U}_k(\omega) \tag{15}$$

Ecuațiile lui Kirchhoff sînt deci satisfăcute și de amplitudinile complexe, corespunzătoare dezvoltării în integrală Fourier a curenților și tensiunilor.

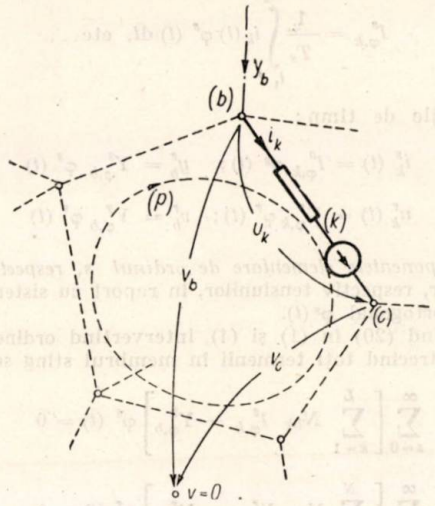


Fig. 1. Sensurile pozitive convenționale într-o rețea electrică.

Considerînd analogia dintre aceste ecuații și (1′) și (4′) rezultă imediat că pentru fiecare pereche de pulsații ω', ω'' se pot defini patru mărimi conservative liniar independente care sînt părțile reale, respectiv imaginare ale mărimilor complexe:

$$\overline{C}'_k = \overline{U}_k(\omega')\, \overline{I}_k(\omega''), \qquad \overline{C}''_k = \overline{U}_k(\omega')\overline{I}^*_k(\omega'') \tag{16}$$

Aceste mărimi verifică relațiile de conservare (pentru o rețea neizolată), în complex,

$$\sum_{k=1}^{L} \overline{U}_k(\omega')\, \overline{I}_k(\omega'') = \sum_{b=1}^{N} \overline{V}_b(\omega')\, \overline{Y}_b(\omega'') \tag{17}$$

$$\sum_{k=1}^{L} \overline{U}_k(\omega')\, \overline{I}^*_k(\omega'') = \sum_{b=1}^{N} \overline{V}_b(\omega')\, \overline{Y}^*_k(\omega'')^{1}) \tag{18}$$

echivalente cu patru relații reale liniar independente.

3. **Curenții și tensiunile sînt funcțiuni date de timp în intervalul finit** (t_1, t_2). În acest caz se pot stabili mărimi conservative definite în același interval de timp (dacă tensiunile și curenții sînt funcțiuni periodice de timp cu perioada $T = t_1 - t_2$, relațiile de conservare obținute sînt valabile în orice moment t). Considerînd în acest caz un sistem complet de funcții elementare $\varphi^s(t)$, $(s = 0, 1, 2, \ldots)$, ortogonale în intervalul considerat, în care, deci,

$$\int_{t_1}^{t_2} \varphi^s(t)\, \varphi^r(t) = \begin{cases} T_s > 0 \text{ dacă } s = r \\ 0 \text{ dacă } s = r \end{cases} \tag{19}$$

tensiunile și curenții pot fi dezvoltate în serie în raport cu

[1]) Asteriscul indică conjugata complexă.

acest sistem de funcţii, în condiţii suficient de largi pentru situaţiile întîlnite în tehnică (v. de ex. [4]):

$$i_k(t) = \sum_{s=0}^{\infty} I^s_{\varphi,k}\,\varphi^s(t); \qquad y_b(t) = \sum_{s=0}^{\infty} Y^s_{\varphi,b}\,\varphi^s(t)$$
$$u_k(t) = \sum_{r=0}^{\infty} U^r_{\varphi,k}\,\varphi^r(t); \qquad v_b(t) = \sum_{r=0}^{\infty} V^r_{\varphi,b}\,\varphi^r(t) \tag{20}$$

Coeficienţii Fourier $I^s_{\varphi,k}$, $Y^s_{\varphi,k}$ $U^r_{\varphi,k}$ $V^r_{\varphi,k}$ ai dezvoltărilor (20) sînt daţi de relaţiile:

$$I^s_{\varphi,k} = \frac{1}{T_s}\int_{t_1}^{t_2} i_k(t)\,\varphi^s(t)\,dt, \text{ etc...} \tag{21}$$

Funcţiile de timp:

$$i^s_k(t) = I^s_{\varphi,k}\,\varphi^s(t); \qquad y^s_b = Y^s_{\varphi,b}\,\varphi^s(t)$$
$$u^r_k(t) = U^r_{\varphi,k}\,\varphi^r(t); \qquad v^r_b = V^r_{\varphi,b}\,\varphi^r(t) \tag{22}$$

sînt *componentele elementare de ordinul s, respectiv r*, ale curenţilor, respectiv tensiunilor, în raport cu sistemul complet şi ortogonal $\varphi^s(t)$.

Înlocuind (20) în (1) şi (4), intervertind ordinea de sumare şi trecînd toţi termenii în membrul stîng se obţine:

$$\sum_{s=0}^{\infty}\left[\sum_{k=1}^{L} N_{bk}\,I^s_{\varphi,k} - Y^s_{\varphi,b}\right]\varphi^s(t) = 0$$
$$\sum_{r=0}^{\infty}\left[\sum_{b=1}^{N} N_{bk}\,V^r_{\varphi,k} - U^r_{\varphi,k}\right]\varphi^r(t) = 0 \tag{23}$$

Aceste egalităţi pot avea loc la orice t numai dacă factorii ce înmulţesc funcţiile $\varphi^s(t)$ sînt nuli (cum rezultă înmulţind cu $\varphi^r(t)$, integrînd de la t_1 la t_2 şi ţinînd seamă de ortogonalitatea acestor funcţii). Rezultă că *teoremele lui Kirchhoff sînt satisfăcute de toate componentele elementare de acelaşi ordin*, respectiv de coeficienţii Fourier corespunzători:

$$\sum_{k=1}^{L} N_{bk}\,I^s_{\varphi,k} = Y^s_{\varphi,k} \tag{24}$$

$$\sum_{b=1}^{N} B_{bk}\,V^r_{\varphi,k} = U^r_{\varphi,k} \tag{25}$$

Comparînd cu (1′), (4′), (6) şi (7) rezultă pentru perechea de componente r,s (eventual $r = s$), relaţia de conservare:

$$\sum_{k=1}^{L} I^s_{\varphi,k}\,U^r_{\varphi,k} = \sum_{b=1}^{N} Y^s_{\varphi,b}\,V^r_{\varphi,b} \tag{26}$$

care defineşte mărimea conservativă, ataşată perechii de componente considerată:

$$C^{r,s}_k = I^s_{\varphi,k}\,U^r_{\varphi,k}. \tag{27}$$

Considerăm, ca aplicaţie, regimul periodic permanent de perioadă $T = t_1 - t_2$, în care interesează de obicei dezvoltările în serii trigonometrice, în raport cu care mărimile conservative (27) au o interpretare mai simplă.

În acest caz sistemul complet de funcţii elementare ortogonale e sistemul:

$$\varphi^0(t) = 1; \qquad \varphi^{2n-1}(t) = \sin n\omega t; \qquad \varphi^{2n}(t) = \cos n\omega t \quad (n = 1,2,3,\ldots)$$

iar dezvoltările sînt:

$$v_b(t) = V^0_b + \sum_{m=1}^{\infty} V^m_b \cos\alpha^m_b\cdot\sqrt{2}\sin m\omega t + \sum_{m=1}^{\infty} V^m_b \sin\alpha^m_b\cdot\sqrt{2}\cos m\omega t$$
$$u_k(t) = U^0_k + \sum_{m=1}^{\infty} U^m_k \cos\beta^m_k\cdot\sqrt{2}\sin m\omega t + \sum_{m=1}^{\infty} U^m_k \sin\beta^m_k\cdot\sqrt{2}\cos m\omega t \tag{29}$$
$$y_b(t) = Y^0_b + \sum_{n=1}^{\infty} Y^n_b \cos\gamma^n_b\cdot\sqrt{2}\sin n\omega t + \sum_{n=1}^{\infty} Y^n_b \sin\gamma^n_b\cdot\sqrt{2}\cos n\omega t$$
$$i_k(t) = I^0_k + \sum_{n=1}^{\infty} I^n_k \cos\delta^n_k\cdot\sqrt{2}\sin n\omega t + \sum_{n=1}^{\infty} I^n_k \sin\delta^n_k\cdot\sqrt{2}\cos n\omega t$$

în care V^m_b, U^m_k, Y^n_b, I^n_k sînt valorile efective, iar α^m_b, β^m_k, γ^n_b şi δ^n_k fazele iniţiale ale armonicelor de ordinul m, respectiv n, ale tensiunilor şi curenţilor. Coeficienţii Fourier (21) sînt în acest caz:

$$V^r_{\varphi,b} = V^m_b \cos\alpha^m_b\sqrt{2} \quad (\text{cu } r = 2m-1);$$
$$V^r_{\varphi,b} = V^m_b \sin\alpha^m_b\sqrt{2} \quad (\text{cu } r = 2m)$$
$$U^r_{\varphi,k} = U^m_k \cos\beta^m_k\sqrt{2} \quad (\text{cu } r = 2m-1);$$
$$U^r_{\varphi,k} = U^m_k \sin\beta^m_k\sqrt{2} \quad (\text{cu } r = 2m) \tag{30}$$
$$Y^s_{\varphi,b} = Y^n_b \cos\gamma^n_b\sqrt{2} \quad (\text{cu } s = 2n-1);$$
$$Y^s_{\varphi,b} = Y^n_b \sin\gamma^n_b\sqrt{2} \quad (\text{cu } s = 2n)$$
$$I^s_{\varphi,k} = I^n_k \cos\delta^n_k\sqrt{2} \quad (\text{cu } s = 2n-1);$$
$$I^s_{\varphi,k} = I^n_k \sin\delta^n_k\sqrt{2} \quad (\text{cu } s = 2n)$$

(în aceste relaţii putem îngloba formal şi componenta continuă cu $n = m = 0$; $\alpha^0_b = \beta^0_k = \gamma^0_b = \delta^0_k = \frac{\pi}{4}$).

Din (27) rezultă atunci că pentru fiecare pereche de armonice n, m (eventual (n=m) se pot defini patru mărimi conservative liniar independente, care — pînă la un factor numeric — sînt

$$A^{m,n}_k = I^n_k U^m_k \cos\delta^n_k \cos\beta^m_k; \quad B^{m,n}_k = I^n_k U^m_k \sin\delta^n_k \sin\beta^m_k$$
$$C^{m,n}_k = I^n_k U^m_k \cos\delta^n_k \sin\beta^m_k; \quad D^{m,n}_k = I^n_k U^m_k \sin\delta^n_k \cos\beta^m_k \tag{31}$$

din care, aşa cum se ştie (v. de ex. [3]) se pot construi prin combinaţii liniare puterile active P^n_k de ordinul n, puterile

reactive Q_k^n de ordinul n şi puterile deformante elementare. Avem, de exemplu :

$$P_k^n = A_k^{n,n} + B_k^{n,n} = I_k^n U_k^n \cos(\beta_k^n - \delta_k^n)$$

$$Q_k^n = C_k^{n,n} - D_k^{n,n} = I_k^n U_k^n \sin(\beta_k^n - \delta_k^n).$$

Pentru toate aceste puteri se pot scrie fără dificultăţi relaţiile de conservare (27) corespunzătoare.

Ing. Al. Timotin

Bibliografie

[1] *Budeanu, C.*: Puissance reactive et fictive, I.R.E. Bucureşti 1927

[2] *Răduleţ R.*: Bazele teoretice ale electrotehnicii. vol. III, litografiat Ed. Învăţămîntului, Bucureşti, 1955.

[3] *Antoniu, I.S.*: Chestiuni speciale de electrotehnică. Ed. Acad. R.P.R. Bucureşti, 1956

[4] *Tolstov, C.P.*: Serii Fourier, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1955.

Intrat în redacţie la 27. V. 1958

Noi materiale magnetice realizate de Institutul de cercetări electrotehnice (ICET)

CZ 621.318.1

Materialele magnetice din oxizi (feritele) sînt azi larg răspîndite în lumea întreagă, ele reprezentînd o clasă de semiconductoare cu multiple aplicaţii în radiotehnică, telecomunicaţii, tehnica microundelor, automatizare şi telemecanică.

Laboratorul de materiale magnetice din Institutul de cercetări electrotehnice studiază de cîţiva ani aceste materiale, aducînd o contribuţie importantă la introducerea în fabricaţie a unora dintre ele, ca de exemplu ferita de bariu pentru difuzoare, magnetouri şi ferita de mangan-zinc pentru miezurile bobinelor de înaltă frecvenţă ale radioreceptoarelor (în curs de omologare).

De curînd laboratorul de materiale magnetice a rezolvat, cu succes, elaborarea a încă două tipuri noi de materiale magnetice din oxizi, de o deosebită importanţă pentru dezvoltarea tehnicii noi în ţara noastră, şi anume : ferita cu ciclul de histerezis dreptunghiular şi ferita de mangan-zinc cu înaltă permeabilitate.

Ferita cu ciclu de histerezis dreptunghiular realizată de ICET se bazează pe un compus oxid de fier-oxid de mangan-oxid de magneziu. Aplicîndu-se procedeele tehnologiei ceramice, acordînd o atenţie deosebită tratamentului termic final, pentru obţinerea unui material dens cu structură fină, compactă, s-a reuşit elaborarea unui produs cu calităţi remarcabile, comparabile cu cele similare fabricate în străinătate. Iată cîteva caracteristici mai importante ale acestor materiale :

$$\frac{B_r}{B_s} > 0{,}93;$$

$$R_s = \frac{B_{-\frac{1}{2}H_m}}{B_s} > 0{,}8;$$

$$H_c > 0{,}8 \text{ Oe},$$

în care :

B_r este inducţia remanentă;
B_s — inducţia pentru intensitatea cîmpului H_m;
R_s — factorul de rectangularitate;
$B_{-\frac{1}{2}H_m}$ — inducţia la o intensitate a cîmpului magnetic egală cu $-\frac{1}{2}H_m$:
H_c — cîmpul coercitiv.

Ferita cu ciclu de histerezis dreptunghiular va fi introdusă în elemente de memorizare, în schemele instalaţiilor de telesemnalizare, elemente de codificare în scheme de telecomandă sau, în viitor, la instalaţiile centralelor telefonice automate electronice, calculatoare digitale.

Cealaltă realizare recentă a laboratoarelor ICET este ferita de mangan-zinc cu înaltă permeabilitate. Compoziţia de bază este oxid de fier-oxid de zinc-oxid de mangan. Proporţia acestor componenţi este astfel stabilită încît să se realizeze o ferită cu constanta anizotropiei cristaline K şi cu un coeficient al magnetostricţiunii liniare cît mai apropiate de zero, tratamentele preliminare şi tratamentul final (temperaturi şi paliere) determinînd un produs cu densitate mare, omogen, cu cristale mari. Ferita realizată prezintă o permeabilitate iniţială între 2 000 şi 2 500 Gs/Oe, factorul de pierderi specific tg δ/μ fiind (8 ... 10) 10^{-6}, la frecvenţe de 50—100 kHz.

Materialul realizat va permite numeroase aplicaţii : miezuri pentru bobine de pupinizare şi filtre pentru telecomunicaţii, miezuri pentru bobine de deflecţie şi transformatoare de deflecţie pentru televizoare, miezuri pentru bobine cu mare inductanţă, variometre, circuite de acord miniaturizate, amplificatoare magnetice etc.

Ing. **V. Ivaşcu**

Intrat în redacţie la 5 VII 1958

Referate

CZ 537.328.4

Generatorul Hall şi aplicaţiile lui. [După V. Hamata: Elektrotechn. Obzor **46** (1957) 8,405—410,16 fig. 1 tab. 20 ref.]

Prin descoperirea unor semiconductoare cu constanta Hall înaltă, generatorul Hall a căpătat o importanţă deosebită. Utilizarea acestuia atît în tehnica măsurării - în special la măsurarea cîmpurilor magnetice de curent continuu, cît şi la maşinile de calcul - oferă noi posibilităţi care n-au fost încă suficient studiate. În articol se descrie pe scurt fenomenul Hall şi condiţiile care se pun generatorului. Apoi se expun proprietăţile fizice ale diferitelor materiale adecvate pentru construirea generatorului Hall şi se arată influenţa temperaturii şi a dimensiunilor asupra stabilităţi tensiunii generatorului. Se mai explică influenţa rezistenţei de sarcină şi a compensării ei. Această compensare se impune în special la generatoarele folosite pentru măsurarea cîmpurilor magnetice de mică intensitate. În concluzie sînt descrise unele aplicaţii din arseniură de indiu, care deschide electrotehnicii căi interesante. Generatorul Hall, se poate folosi la măsurarea curenţilor continui şi la numeroase alte utilizări în electrotehnica curenţilor tari.

De asemenea se foloseşte generatorul Hall la calculul valorilor reciproce, împărţire şi proporţie etc. în tehnica calculului electronic.

A. C.

CZ 621.313.33.012.8

Teoria cu două reactanţe a unei maşini de inducţie şi circuitul echivalent respectiv. [După Y. H. Ku şi D. W. C. Shan: Amer. Inst. electr. Engrs. Trans. III Power App. Syst. (1957) 32, 729—734 10 fig.]

Teoria maşinii cu inducţie bazată pe cele două reactanţe *d* şi *q* elaborată de Blondel cu toate perfecţionările ei

ulterioare se combină de către autori cu teoria circuitelor echivalente şi se aplică unei maşini generale de inducţie avînd nesimetrii în rotor.

Circuitul echivalent cuprinzînd şi cuplul este multipolar şi se pretează la calcule cu matrice şi cu maşini electronice.

Problema de proiectare şi de funcţionare a maşinilor de inducţie se poate trata uşor. Se neglijează însă efectul histerezis şi al curenţilor turbionari.

Metoda se mai poate extinde şi la alte tipuri de maşini. *A.A.*

CZ. 621.313.32.015.3

Fenomene tranzitorii electromecanice în maşini sincrone. [După A.A. Ianko-Triniţki: Electricestvo **77** (1957) 8, 16—21].

La variaţia regimurilor de funcţionare ale motoarelor sincrone, iau naştere procese tranzitorii electromagnetice şi mecanice. Dacă aceste procese se condiţionează reciproc şi nu pot fi calculate independent unul de altul, ele capătă denumirea de electromecanice.

Ecuaţiile diferenţiale care descriu procesele tranzitorii electromecanice sînt neliniare. Astfel în ecuaţia tensiunii intră expresia f.e.m., care reprezintă produsele dintre fluxuri şi turaţie, iar în ecuaţia cuplurilor apare expresia cuplului electromagnetic, în care intră produsele dintre fluxuri şi curenţi.

Analiza matematică nu oferă în general metode de integrare a ecuaţiilor diferenţiale neliniare, iar metodele de integrare numerică sînt extrem de laborioase. În articol se arată cum se aplică metoda teoriei calitative a ecuaţiilor diferenţiale neliniare la cercetarea ecuaţiilor neliniare ale proceselor tranzitorii din maşina sincronă.

Se porneşte de la cazul cel mai simplu, în care se consideră maşina sincronă fără bare amortizoare, conectată la o linie de transport alimentată de bare de putere infinită.

Se presupune că rezistenţa activă a circuitului de excitaţie, toate reactanţele, tensiunea aplicată şi cuplul mecanic, pot varia în orice moment, provocînd regimuri tranzitorii, însă se admite că pe toată durata procesului tranzitoriu aceste mărimi rămîn invariabile. Se înţelege că valorile mărimilor care descriu procesul transitoriu în maşină, îşi modifică puţin valorile în noul regim staţionar. Aceste variaţii se numesc abateri.

În expunerea matematică ce se face, se determină intervalele de abateri pentru care se poate garanta stabilitatea dinamică şi mersul calculului procesului transitoriu. *S.S.*

CZ. 621.313.322—81 :621.3.014.3

Curenţii de scurtcircuit din turbogeneratoare. [După I. Kucera: Elektrotechnika **50** (1957) 4, 131—137, 1 fig. 2 ref.].

Puterea unitară a turbogeneratoarelor moderne în continuă creştere a atins în prezent 500 MW. Din punctul de vedere al siguranţei capetelor de bobine, ale statorului, curenţii de scurtcircuit au căpătat o importanţă şi mai mare decît în trecut. Există în prezent mai multe metode de determinare a curenţilor printre care, metoda bazată pe calculul tensorial şi operaţional. Această metodă de calcul a curenţilor de scurtcircuit bazată pe calculul operaţional şi tensorial face obiectul articolului. Autorul analizează cazul unui scurtcircuit simetric şi al unui scurtcircuit nesimetric — adică al unui scurtcircuit monofazat. *A.C.*

CZ 521.3.047.4

Cauzele uzurii premature a periilor electrice. [După I.G. Natiev şi S.I. Topilin: Elektr. teplovoz. tiaga (1957) 6, 18—21, 3 fig.]

În timpul exploatării materialului rulant electric şi al locomotivelor Diesel se produc vibraţii, smucituri, schimbări bruşte de temperatură, impurificarea aerului care intră în motoarele de tracţiune etc. Toate cele menţionate influenţează în mare măsură funcţionarea periilor acestor motoare. Principalii factori care au o influenţă negativă asupra funcţionării periilor sînt: intervalul prea mare între perie şi locaşul port-perie ceea ce duce la ocuparea unei poziţii greşite mai ales la schimbarea direcţiei de rotire a îndusului şi poate duce, deci, la ruperea periei.

Sarcinile dinamice prea mari asupra părţii superioare a periei în locul de legare a conductorului duc uneori la degradarea periei din cauza forţei excesive de presare a arcului. Distanţa mare de la locul de fixare a port-periei pînă la perie, de asemenea produce vibraţii suplimentare a acesteia.

Spre a îmbunătăţi condiţiile de exploatare a periilor se iau următoarele măsuri: în partea superioară a periilor se va executa o tăietură egală cu lăţimea arcului, spre a realiza o repartizare uniformă a forţei la presare. Se recomandă de asemenea întrebuinţarea periilor duble pentru a se micşora uzura datorită vibraţiilor. Pentru amortizarea vibraţiilor se utilizează un amortizor de cauciuc între arcul port-periei şi peria propriu-zisă. *A.C.*

CZ 621.313.32.013.8 :621.314.6

Excitaţia cu redresoare a maşinilor sincrone mari. [După M. Nejedly: Elektrotehnik **12** (1957)7, 226—229, 2 fig. 2 ref.].

La maşinile sincrone mari există două feluri de excitaţie cu redresoare: excitaţia independentă şi autoexcitaţia. În primul caz generatorul principal este cuplat cu un alternator auxiliar cu excitatoare normală. Acest alternator furnizează curentul de excitaţie necesar generatorului principal, prin două redresoare cu vapori de mercur legate în paralel: unul pentru excitaţie normală iar celălalt pentru şocuri. Sistemul de autoexcitaţie comportă un singur redresor cu vapori de mercur.

Aceste sisteme de excitaţie acţionează foarte rapid. Ele prezintă posibilitatea dezexcitării rapide şi a stingerii rapide a cîmpului în caz de deranjamente. *A.C.*

CZ 621.314.26

Divizor magnetic de frecvenţă. [După K.G. Mitinskin: Electricestvo **77** (1957) 8, 53—58].

Divizorul magnetic de frecvenţă este un aparat care se aplică în automatizări, telemecanică şi telecomunicaţii, folosindu-se în combinaţie cu multiplicatorul magnetic de frecvenţă pentru obţinerea unei multitudini de valori ale frecvenţei surselor de alimentare.

În articol se analizează problemele legate de înjumătăţirea frecvenţei, deşi principiul metodei permite obţinerea oricărui raport.

Principiul divizorului magnetic de frecvenţă se bazează pe variaţia forţată a unuia dintre parametrii unui circuit oscilant cu o frecvenţă de două ori mai mare decît frecvenţa proprie a circuitului respectiv, obţinîndu-se oscilaţii întreţinute cu o frecvenţă proprie. La variaţia inductanţei circuitului oscilant, care are loc la trecerea curentului prin maxim, în circuit se introduce o energie electrică egală cu variaţia energiei cîmpului magnetic al bobinei. Revenirea inductanţei la starea iniţială se face fără pierdere de energie la trecerea curentului prin zero. Astfel se explică faptul că la fiecare semiperioadă a oscilaţiilor sistemului oscilant, sursa exterioară de energie cedează acestuia o parte din energia sa.

Divizorul se compune din două miezuri pe care se află înfăşurate patru perechi de bobine cu următoarele destinaţii: prima pereche de bobine se conectează înseriată la tensiunea frecvenţei de divizat, a doua constituie circuitul de premagnetizare, a treia formează împreună cu un condensator circuitul oscilant, iar a patra conţine impedanţa de utilizare la frecvenţa divizată.

Rolul curentului primar se rezumă deci la magnetizarea şi demagnetizarea periodică a miezurilor cu o frecvenţă de două ori mai ridicată decît a circuitului oscilant.

În textul articolului se arată caracteristicile externe şi oscilogramele ridicate pentru stabilirea comportării divizorului. Din punctul de vedere al siguranţei în funcţionare divizorul magnetic de frecvenţă se comportă la fel ca un transformator. *S.S.*

CZ 621.314.6 :621.315.05.024

Redresoare de înaltă tensiune pentru transportul energiei electrice în curent continuu. [După F.I. Butaev: Vestn. Electroprom. **28** (1957) 9, 8—14].

Una dintre cele mai importante sarcini ale tehnicii contemporane este transportul energiei electrice în curent con-

tinuu. Rezolvarea acestei sarcini întîmpină dificultăţi mari în problema construcţiei redresoarelor de tensiuni înalte.

Se descriu principalele etape ale dezvoltării construcţiei redresoarelor cu mercur. Prima etapă cuprinde lucrările legate de crearea liniei experimentale de transport Moscova — Kaşir. Cea de a doua etapă cuprinde lucrările destinate proiectării şi construcţiei redresoarelor de puteri medii şi, în fine, cea de a treia etapă e caracterizată prin crearea redresoarelor de puteri mari.

Se dau date caracteristice pentru redresoarele lucrînd la tensiunea de 130 kV şi pentru curenţi de 150, 300, 450, 750 şi 900 A în diferite variante constructive.

A.B.

CZ 621.315.2.016.3

Calculul supratemperaturii şi sarcinii admisibile ale sistemelor în cabluri. [După J.H. Neher şi M.H.McGrath: Amer. Inst. electr. Engrs. Trans. III, Power App Syst. (1957) 32, 752—772, 5 fig.]

Autorii completează şi corectează calculele lui D.M. Simmons publicate în 1932 pentru evaluarea supratemperaturii unor cabluri în pămînt şi anume în conducte de beton sau în nisip şi cărămizi.

Supratemperatura se calculează din fluxurile de căldură şi rezistenţele termice. Înfluenţa variaţiei sarcinii şi a pierderilor (joule + dielectrice) se evaluează prin coeficienţii de sarcină şi de pierderi.

Se stabileşte un cilindru cu un diametru critic, pînă la care supratemperatura depinde de sarcina maximă şi de la care mai departe încălzirea depinde de curba zilnică de sarcină.

Mai multe cabluri se iau în considerare prin modificarea unui termen (a unei rezistenţe) al ecuaţiei generale.

Pierderile dielectrice se consideră concentrate la mijlocul izolaţiei, sau cu 50% din valoarea lor în conductor.

Se calculează pierderile în conductoare dîndu-se tabele pentru efectul pelicular (la 60 Hz !) apoi reactanţele mutuale şi capacitanţa cablurilor. Calculul rezistenţelor termice — în formule apărînd logaritmul natural al raportului de diametre — se indică pentru toate elementele unei conducte de cabluri cît şi între acestea şi pămînt. În condiţii de urgenţă valorile admisibile se pot întrece. Se mai calculează efectul unor surse de căldură suplimentare, comportarea cablurilor armate, modificări voite ale straturilor de pămînt (spre a le face mai permeabile). Din aceste elemente de calcul se deduc rezistenţele termice efective utilizate la stabilirea sarcinii admisibile.

Deducerile şi exemplele sînt date în patru anexe.

Numeroase tabele de valori şi referinţe completează lucrarea autorilor, care este urmată de ample discuţii. Acestea aduc aprecieri şi critici, figuri şi referinţe adiţionale, ele fiind făcute de specialişti în materie. Părerile care se desprind din aceste discuţii confirmă valoarea lucrării în sensul punerii la punct a unei metode cu o valabilitate şi aplicare mai generală, rezultatele avînd o aproximaţie suficientă pentru toate cazurile practice.

Dezavantajul mare al lucrării este că întrebuinţează unităţile anglosaxone de lungime şi secţiune (foot, circular mil) ceea ce introduce în formule factori numerici paraziţi, greu identificabili.

S-ar impune o prelucrare completă a formulelor de bază într-un sistem de unităţi coerent.

A.A.

CZ 621.316.3/9.027.2 (8)

Dezvoltarea construcţiei aparatajului de joasă tensiune. [După I.N. Ermolaev: Vestn. Electroprom. **28** (1957) 11, 54—59].

Se prezintă evoluţia construcţiei aparatajului de joasă tensiune în U.R.S.S. Se insistă în special asupra aparatajului electric, folosit la automatizarea proceselor tehnologice în diferite ramuri de producţie, dîndu-se date caracteristice.

Se arată că în ultimii ani au fost reproiectate o serie de tipuri de aparate de construcţii mai vechi, obţinîndu-se indici tehnico-economici superiori. Se descrie tematica de cercetare a institutelor de cercetări departamentale în acest domeniu şi se trasează linia de dezvoltare în viitor a industriei constructoare de aparataj electric de joasă tensiune.

A.B.

Brevete

BOBINAJ IN DUBLĂ (MULTIPLĂ) COROANĂ

BREVET R.P.R. nr. 40383/1270, data înreg. 28.5.1952, data publicării 12.2.1957. Titular: *Ministerul Industriei Grele*. Autori: Ing. *Henry Aslan* şi *Alexandru Berberian*.

Dispoziţie de execuţie a bobinajelor maşinilor electrice, caracterizată prin aceea că plasează capetele de bobină pe două sau mai multe coroane simple suprapuse în loc de una singură, în vederea dispunerii mănunchiurilor de conductori ale capetelor de bobină pe mai multe mantale suprapuse, cu scopul de a micşora dezvoltarea axială a acestor capete de bobină. Se obţine printr-o dublă îndoire a unei părţi din mănunchiuri la ieşirea lor din crestături, pentru a le deplasa în alt etaj de capete de bobină.

Invenţia se poate aplica atît bobinajelor statorice, cît şi celor rotorice, executate cu conductori de secţiune circulară sau dreptunghiulară. Ea poate fi extinsă la un număr mai mare de coroane.

MAŞINĂ ELECTRICĂ CAPSULATĂ

BREVET R.D.G. nr. 13978, înreg. 13.10.1943, publicată 15.11.1957. Titular: *Elektromachinenbau Sachsenwerk, Dresden*. Autor: *Walter Monnig*.

Se construiau înainte de invenţie maşini electrice cu ţevi de răcire drepte sau cu ţevi de răcire cotite. Ambele sisteme aveau dezavantaje. Conform invenţiei, se folosesc ţevi de răcire drepte, închise la capetele lor şi prevăzute aici cu găuri din carcasa prevăzută în spaţiul anterior al bobinajelor. Ţevile se solidarizează de carcasă prin sudură.

PROCEDEU PENTRU SINTERIZAREA IN VID A ALIAJELOR DE METALE DURE

BREVET R.D.G. nr. 3050 înreg. 23.2.1952, publicat 18.2.1957. Titular: *Rudolf Kohlermann, Immelborn*. Autor: Dr. *Alfred Mertz*.

Procedeul pentru sinterizarea în vid a aliajelor din carbid de wolfram şi metale liante sau a aliajelor de metale dure cu mai puţin de 10% conţinut de carbid de titan este caracterizat prin aceea că carbidele de wolfram sînt suprasaturate cu carbon, conţinutul în carbon ridicîndu-se între 6,2 pînă la 7,2%. Aceste carbide surprind în stare de compuşi cel puţin 6,1% din carbonul existent, restul rămînînd în stare liberă.

Cronica

Dezvoltarea industriei electrotehnice în R. D. Germană

CZ 621.3 :061.4

Ca şi în alţi ani, tîrgul de mostre de la Lipsca din primăvara acestui an a arătat din nou şi cu tărie puterea ţărilor socialiste pe piaţa mondială, care prin economia lor planificată, fără crize de supraproducţie, păşesc pe drumul sigur al ridicării economice pe piaţa mondială. R. D. Germană a oferit o imagine impresionantă de creştere continuă a puterii sale economice printr-o voluminoasă ofertă cît şi prin calitatea exponatelor sale de un înalt nivel tehnic. Din domeniul general al construcţiilor de maşini, 500 de exponate dovedesc că R. D. Germană printr-o muncă constructivă, dezvoltată pe obiective concrete, se apropie, în privinţa tehnicităţii, de o clasă de vîrf internaţională. Bunurile uzuale şi industria tehnicii de mare consum au obţinut progrese mari în anul trecut şi care s-au reflectat prin oferta mare de bună calitate a produselor expuse în clădirile din interiorul oraşului.

Ridicarea economică continuă a R. D. Germane a fost posibilă prin conlucrarea exemplară şi neîntreruptă dintre cei ce lucrează în uzine cu cei ce gîndesc şi proiectează şi această conlucrare este baza sigură a creşterii planificate a cifrei de afaceri a comerţului exterior al Republicii Democrate Germane.

Activitatea de afaceri a tîrgului de mostre de la Lipsca din primăvara acestui an a întrecut toate aşteptările. Cifra totală a încheierilor întreprinderilor de comerţ exterior din R. D. Germană la tîrgul de mostre actual, a atins încă după date prezumate, un volum de o valoare de două miliarde, 485 milioane DM.

Dar nu numai activitatea economică, tehnică şi ştiinţifică sînt singurile rezultate şi aşa destul de considerabile, ci şi colaborarea şi schimbul de opinii asupra posibilităţilor actuale de dezvoltare a comerţului internaţional şi mai mult încă asupra necesităţii slăbirii încordării internaţionale pe o bază lărgită şi constructivă.

Tîrgul de mostre a reînnoit convingerea că R. D. Germană aduce un aport constructiv pentru dezvoltarea schimbului de mărfuri dintre state spre convieţuirea paşnică a popoarelor.

Electrotehnică. Tîrgul de mostre de la Lipsca din primăvara acestui an a arată că în special *industria electrotehnică* a corespuns aşteptărilor, atît calitativ cît şi printr-un bogat sortiment. Această dezvoltare pentru a corespunde necesităţilor unei industri mari, cere deschiderea unor căi noi îndreptate spre unificarea şi tipizarea diferitelor aparate, standardizarea şi perfecţionarea altor echipamente, introducerea motoarelor unitare, toate acestea bazîndu-se pe perfecţionarea tehnologiei şi a organizării producţiei cu aceleaşi forţe de muncă spre a se obţine o productivitate mărită.

Astfel, motoarele asincrone cu rotor în scurtcircuit se vor construi deocamdată pînă la 10 kW ca motor unitar de DBR. Noile modele de întreruptoare montate în sistemul dulapurilor cu 150 de variante sau întreruptoare pachet de 15 A executate în 72 de variante sînt construite mai simplu cu mai puţine piese principale. Noi construcţii de înaltă calitate ca seria de ambreiaje lamelare electromagnetice ori a maşinilor amplificatoare sau a rotoarelor bipolare cu inele de la 6 pînă la 800 kW vor înlocui în curînd diversitatea vechilor tipuri produse pînă în prezent.

Intreprinderile electrotehnice pe ramuri diferite de producţie, vor fi dirijate de un for tutelar unic în aşa fel ca printr-o discutare amănunţită şi judicioasă să se obţină o specializare mai dezvoltată şi totodată o unificare a tipurilor, care va înlesni o productivitate mărită cu 10—15 %.

Vizitatorii atenţi din hala nr. 18 a electrotehnicii au întrevăzut noul în construcţiile expuse cît şi sensul dezvoltării proiectării şi fabricării instalaţiilor noi, maşinilor electrice, cablurilor şi ceramicii tehnice, termoelectricităţii, cum şi materialul pentru instalaţii şi autovehicule etc.

Electroproiect Berlin Rummelsburg expune şi arată în funcţiune un post central de comandă nou pentru acţionarea în ambele direcţii, cu varierea turaţiilor celor patru motoare Diesel de 2 500 CP prin patru ambreiaje electromagnetice şi două reductoare, destinat cargobotului tip IVde 10 000 CP, toate dirijate şi supravegheate electric.

Aceeaşi întreprindere expune combinat în original şi în model, o comandă de impuls pentru reglarea optimă a poziţiei valţurilor unui laminor de blocuri, care s-a construit prima dată în RDG pentru R. P. Chineză. Acest tip nou de comandă permite varierea turaţiei motoarelor reversibile de curent continuu într-o proporţie de 1 :10 şi prin acţionarea cu impulsuri un grad de uniformitate 1 :1 000. Deschiderea valţurilor este arătată optic de un tablou luminos. Pe un model de demonstraţie în mic însă cu dulapurile de comandă şi întreruptoare în original se arată mai departe automatica redresoarelor de curent, montate pentru prima dată în dulapuri şi care asigură o conectare şi o deconectare a unităţilor de redresoare de curent în sarcină.

Îmbunătăţirea factorului de putere este exemplificată cu o instalaţie de condensatoare defazoare, care prezintă avantajul faţă de instalaţiile de pînă acum că aparatele de întrerupere au piese mai puţine şi prezintă o amortizare mai rapidă a valorii investite. Totodată o astfel de instalaţie de 200 kVAr şi 380 V este montată pe terenul expoziţiei pentru îmbunătăţirea factorului de putere.

VEB Starkstromanlagebau Berlin expune o instalaţie de telemăsurare şi telecomandă pentru o distribuţie centrală regională. Cu o astfel de instalaţie se permite comandarea şi supravegherea dintr-un post central a distribuţiei într-o regiune precum şi reglarea tuturor agregatelor energetice asigurînd un randament ridicat. Scheletul instalaţiei este de tip uşor şi toate instrumentele şi aparatele montate provin exclusiv din RDG.

Se prezintă o staţie automată de conexiune pentru serviciile interne ale centralelor electrice. Scopul unei astfel de instalaţii este trecerea fără întrerupere a maşinilor legate la o bară rămasă fără tensiune, pe o altă alimentare. Prin suprimarea mai multor relee, prin simplificarea întreruptoarelor şi utilizarea de tipuri noi de relee combinate, s-a putut realiza acest scop. Demonstraţia în expoziţie s-a făcut pe două întreruptoare cu expansiune. Un pupitru de comandă arată toate defectele posibile ce pot interveni în exploatare.

Mai departe, se expune un transformator de 315 kVA, 20/10/0,4 kV răcit cu aer şi montat pe o remorcă auto. Această instalaţie mobilă poate interveni imediat în locuri ca: şantiere, expoziţii, mari reuniuni, ori ca ajutor în caz de catastrofe. Legarea staţiei la conductele aeriene ori la reţea se face numai cu conductoare flexibile. Greutatea remorcii completă este de 3,5 t în loc de 5 t de pînă acum.

În ramura maşini mari şi speciale, uzinele Sachsenwerk, Niedersedlitz arată un defazor trifazat pentru montaj în aer liber răcit cu hidrogen, prevăzut cu motor de pornire montat în interiorul carcasei. Puterea este de 25 MVAr la o tensiune de 10,5 kV $\pm$ 5 % cu o turaţie de 1 000 rot/min. Rotorul acestei maşini cîntăreşte 40 t şi este expus în interiorul halei în mijlocul standului Sachsenwerk. De asemenea este expus şi indusul unui motor de curent continuu pentru maşini de transport şi ridicat miniere. Colectorul acestui rotor are un diametru de 2,4 m. Ambele maşini sînt mărturia capacităţii şi a posibilităţilor acestei mari uzine.

Tot această uzină mai prezintă un motor de curent continuu de 125 kW la 600 rot/min. Această maşină este un model nou pentru o serie de motoare cu curent continuu pentru instalaţii miniere cu acţionare reversibilă şi cu mare număr de întreruperi.

VEB Elektromotorenwerk-Dessau prezintă mari maşini electrice pentru nave şi un cuplaj de inducţie cu un moment rotoric nominal de 6 300 kgm destinat cargoboturilor de seria 10 000 t. Tot pentru motoarele navale Diesel s-a proiectat un generator de curent continuu de 80 kW la 230 V. Maşina este protejată contra stropirii şi are numai 3/4 din

greutatea mașinilor similare actuale, ceea ce corespunde condițiilor impuse construcției navale pentru U.R.S.S.

Remarcabil este noul motor cu doi poli cu rotorul cu inele de 800 kW. Mașină cu o atare sarcină la o turație de 3000 rot/min nu s-a construit pînă acum în RDG din cauza unor dificultăți de ordin tehnic. Aceste mașini pot fi livrate și cu rotor în scurtcircuit.

O inovație pentru RDG constituie și motorul de 500 kW, 6 kV pentru industria chimică și minieră în execuție capsulată din tablă rezistentă la compresiune și asigurată contra exploziilor.

Elektroeăldura. Cunoscuta firmă Kjellberg de electrozi și de mașini pentru sudare prezintă aparate și mașini noi din tehnica sudării moderne cu gaz protector.

Un semiautomat pentru sudarea sîrmei trase în colac de la 1,2 la 2,4 mm diametru, avînd drept gaz protector CO_2 cum și automate complete de sudură cu CO_2 ale firmei Sigmar — care are o mare experiență în automate complete pentru sudura electrică sub prag protector — au atras atenția în mod deosebit. De asemenea noul agregat de sudură cu gaz protector Argon permite sudarea ireproșabilă a sîrmei trase de aluminiu pentru bobinaje, fără să se utilizeze nici un fel de fondant care după sudare ar fi trebuit să fie curățat. Acest nou tip de aparat aduce mari economii la sudarea sîrmei trase de aluminiu pentru noile bobinaje. Această metodă deschide posibilități noi și importante pentru construcția mașinilor electrice. Ca sursă electrică pentru aceste mașini noi cu gaz protector este transformatorul universal cu arc de sudură. Caracteristica acestui redresor este reglabilă atît pentru sudarea manuală cu electrozi obișnuiți cît și pentru sudarea automată și semiautomată sub gaz protector. Datele sale tehnice sînt : 500 A la 40 V cu reglare fără trepte pînă la 50 A cu 22 V. Se mai expune un redresor de sudură de 1 000 A, cu răcire cu aer și cu o bobină de reactanță premangnetizată cu curent continuu care reglează fără trepte mașina. Împreună cu un nou tip de transformator, această firmă ne oferă în domeniul celor trei surse de curent trei serii de mașini de sudat pînă la o capacitate de 1 000 A și anume : transformatoare, agregate și redresoare de sudură.

Pentru industria aeronautică și de automobile noile mașini de sudat prin rezistența cusăturilor sau prin puncte cu sau fără comenzi electronice, fabricate după principiul montării în dulap prezintă avantaje mari, deoarece acest principiu permite imediata înlocuire în caz de defectare a pieselor de comandă defecte. Un alt tip de mașină pentru sudură prin rezistență servește la sudarea tablelor pînă la 500 mm lungime și 3 mm grosime. Totodată această mașină permite și tăiere prin ardere a tablelor în benzi pînă la o grosime de 3 mm.

Uzina Hans Beimler expune un cuptor electric de 35 t, 1 200 kVA. Acest cuptor are posibilitatea ca prin rotirea oalei să încălzească omogen șarja de topire și să producă culee de înaltă calitate pînă la 40 t.

O atenție deosebită prezintă noul automat de călire al firmei VEB Electromotoren Göllingen destinat călirii în mare serie a inelelor de rulmenți care permite călirea automată a inelelor în producție continuă și asigură o mare productivitate.

Cabluri și conducte. Intreprinderile de cabluri și conducte precum și cele de ceramica tehnică au dovedit din nou și anul acesta la Lipsca capacitatea lor de producție și de export.

Kabelwerk Oberspree arată un nou tip de cap de cablu pentru 220 kV, în ulei. Avantajul acestui cap de cablu constă în economia de ulei, rezistență mărită contra străpungerii și condiții mai bune de montaj. Pentru industria minieră și energetică tot această firmă mai prezintă conductoare mobile pentru excavatoare de 30 kW pînă la secțiuni de $3 \times 95/3 \times 16{,}7$, care pînă în prezent se importau.

Noul conductor de 1 kV izolat în cauciuc cu țesătură din fibră de sticlă rezistă pînă la temperaturi de 130°C. De asemenea s-au mai expus capete de cablu în protecție contra loviturilor pentru pozarea lor pe sol, în spații înguste, pentru tensiuni de la 1 la 10 kV, care în afara siguranței contra strivirii pot fi așezate orizontal, vertical sau în sistemul dulap.

Noul papuc de cablu în execuție presată omogenă, fără adaos de cupru de diferite mărimi este asigurat printr-o rezistență mecanică sporită și o conductibilitate electrică ireproșabilă.

Exponate noi de mare sortiment de conducte pentru radio, televiziune, telefoane, magnetofoane, pentru industria autovehiculelor și pentru instalații speciale medicale dovedesc că RDG are și în această ramură o capacitate mare de export.

Ceramica tehnică. Cu un bogat program de fabricație de la ceramica pentru instalații de înaltă frecvență la cea de curenți foarte mari, cum și agregate de porțelan pentru industria chimică, pentru metalurgie și pentru industria alimentară, prezintă și în acest an o interesantă expunere.

Noul izolator pentru conductoare aeriene de 220 kV executate de această dată numai într-o singură piesă de construcție masivă, fără nici o armătură metalică a fost mult apreciat.

Pentru radioteleviziune și aparate de măsurat s-au construit condensatoare după normele CEI avînd caracteristici îmbunătățite și adaptate la normele DIN, fiind utilizate în instalații de înaltă frecvență și în construcția posturilor de transmisie.

O mare mulțime de exponate ca ; piese, elemente și organe de mașini, scule așchietoare ceramice ca înlocuitoare ale pieselor metalice, turnate sau presate, dovedesc un progres remarcabil și un viitor asigurat al acestei ramuri industriale ceramice.

Noi aparate medicale, aparate roentgen pentru diagnoză și terapeutică, pentru analiza materialelor cu izotopi de cobalt sînt expuse și examinate de vizitatori.

Toate ramurile electrotehnicii, printr-un sortiment bogat și construit după cerințele moderne, au dovedit din plin progresul și reușita industriei electrotehnicii din Republica Democrată Germană.

Ing. **A. Bunea**

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T.

Protecţia reţelelor şi a instalaţiilor electrice contra supratensiunilor atmosferice în şantierele petrolifere

Consfătuirea ţinută la filiala ASIT-Ploeşti

CZ 621.316.93 :622.323.061.

În ziua de 19 martie 1958, la sediul Filialei ASIT-Ploeşti, a avut loc consfătuirea pe ţară, cu tema *„Protecţia reţelelor şi a instalaţiilor electrice contra supratensiunilor atmosferice, în şantierele petrolifere"*. La această consfătuire au luat parte peste 100 de ingineri şi tehnicieni, energeticieni din industria energetică şi petroliferă, cum şi reprezentanţi ai Regiunii P M R—Ploeşti, Academiei R P R—Institutul de energetică, Ministerul Industriei Grele — Departamentul Energiei Electrice şi Direcţiei Generale a Industriei Electrotehnice, Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei — Direcţia Mecano Energetică.

Lucrările consfătuirii au fost conduse de tov. Prof. dr. ing. *Avramescu Aurel*, membru corespondent al Academiei R.P.R. Deschiderea consfătuirii a făcut-o Ing. *Fotescu C.*, prim secretar al Filialei ASIT-Ploeşti, care a arătat scopul acestei consfătuiri. Ing. *Radu Th.* preşedintele secţiei Energetică-Electrotehnică a Filialei A S I T-Ploeşti a dat citire ordinei de zi a consfătuirii, enunţînd titlul referatelor tehnice şi persoanele ce le vor susţine şi a prezentat un referat de analiză comparativă, între consfătuirea ţinută în 1953 cu aceeaşi temă, arătînd aplicaţiile şi adaptările făcute în lumina recomandărilor şi această a doua consfătuire.

Referate

În cadrul consfătuirii s-au prezentat următoarele referate.

1. *„Protecţia liniilor şi instalaţiilor electrice din şantierele petrolifere, împotriva descărcărilor atmosferice.* Referent: Ing. *Piedemonte Constantin* de la Trustul Energopetrol Cîmpina.

După expunerea procedeelor de protecţie contra supratensiunilor atmosferice folosite în schelele petrolifere, cum şi a rezultatelor obţinute pînă în prezent, s-a arătat că s-au întîmpinat greutăţi, datorită lipsei de înregistrare sistematică a avariilor provenite din supratensiuni atmosferice. Se dă o descriere a avariilor provocate în schelele petrolifere datorită supratensiunilor atmosferice şi se face o serie de recomandări în legătură cu proiectarea, instalarea şi exploatarea instalaţiilor electrice, în scopul protecţiei contra supratensiunilor atmosferice, stabilind necesitatea ţinerii unei statistici cît mai riguroase şi mai complete.

2. *„Protecţia instalaţiilor electrice* de 3—10 kV, *folosind cablul la intrarea liniilor aeriene"*. Referent: Conf. ing. *Drăgan Gleb* de la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

Referentul analizează schema tip de protecţie a instalaţiilor electrice, completîndu-le cu calculele necesare pentru adaptarea lor de la caz la caz. În concluzie, arată, că în stadiul actual există metode de calcul bazate pe cercetări ştiinţifice, prezentînd un pas înainte faţă de prima consfătuire din anul 1953.

3. *„Protecţia împotriva supratensiunilor în reţelele de joasă tensiune"* Referent: Ing. *Popa Aurel* de la Direcţia Generală a Industriei Electrotehnice.

Referentul pune în discuţie problema protecţiei instalaţiilor de joasă tensiune contra supratensiunilor, aducînd contribuţii noi în acest domeniu. Expune apoi mijloacele de protecţie folosite şi arată lipsa studiilor şi a experimentărilor în domeniul protecţiei instalaţiilor de joasă tensiune, contra supratensiunilor atmosferice, la noi în ţară. Arată, că în ţara noastră nu s-a trecut la fabricarea în serie a mijloacelor de protecţie contra supratensiunilor atmosferice pentru instalaţiile de joasă tensiune, că normele existente nu prevăd nimic în legătură cu acest domeniu şi că aparatajul nu se încearcă la tensiunea de impuls. În încheiere, se fac unele propuneri privind studierea problemelor legate de protecţia instalaţiilor de joasă tensiune, tratarea neutrului în instalaţiile industriale, coordonarea izolaţiei şi proiectarea aparatajului de protecţie contra supratensiunilor, pentru instalaţiile de joasă tensiune.

Completări

După expunerea referatelor, Ing. *Comănescu Toma*, Director tehnic în Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei, a arătat că în scopul ca discuţiile purtate să fie fructuoase, este necesar să se considere, să se discute şi să se indice căi de rezolvare pentru următoarele probleme, ridicate de necesităţile exploatării:

1. Eficacitatea şi domeniul de utilizare a conductorului de protecţie la liniile aeriene, după tensiunea de funcţionare şi natura stîlpilor.
2. Necesitatea şi eficacitatea montării paratrăsnetelor Franklin pentru staţiile de transformare de tip aerian, după valoarea tensiunii şi natura instalaţiilor.
3. Domeniul şi schemele de montaj pentru descărcătoarele tubulare şi observaţii din exploatarea acestora.
4. Protecţia împotriva supratensiunilor a reţelelor de joasă tensiune şi a receptoarelor.
5. Protejarea rezervoarelor cu produse petrolifere, împotriva supratensiunilor atmosferice.
6. Sugestii pentru Institutul de cercetări electrotehnice şi industria electrotehnică, în legătură cu studiile şi aparatajul de protecţie împotriva supratensiunilor atmosferice.
7. Schema de protecţie pentru elementele mai des utilizate în şantierele petrolifere.

Ing. *Donici Silviu*, cercetător principal la ICET, şeful colectivului care are în sarcină construirea aparatajului de protecţie împotriva supratensiunilor, enumeră o serie de probleme în care ICET-ul este interesat a afla părerea inginerilor din exploatare, dintre care enumerăm:

— observaţii în legătură cu comportarea în exploatare a descărcătoarelor de tip sovietic şi maghiar;

— comportarea descărcătoarelor cu rezistenţă variabilă RVS modificate de la 35 kV la 25 kV;

— dacă se execută periodic încercări profilactice şi rezultatele acestora?

— cum se prezintă piesele interioare la descărcătoarele explodate?

Întrebări

În legătură cu referatele expuse şi completările aduse, participanţii la consfătuire au prezentat întrebări, la care referenţii au dat răspunsuri.

Răspunsurile Ing. *Piedemonte C.*:

La întrebarea Ing. *Georgescu Virgil* — Oficiul electromontaje Lilieşti: Care este influenţa configuraţiei terenului, asupra metodei de protecţie aleasă? Pentru proiectare, va trebui ca să se culeagă informaţii despre traseu şi despre comportarea celorlalte instalaţii deja construite în zona respectivă. Este indicat, ca traseul să urmărească zonele de protecţie naturală şi să evite crestele.

La întrebarea Ing. *Costin Emil* — Energotrust nr. 1: Care este volumul datelor statistice înregistrate la o avarie? La o avarie se înregistrează: data, ora, durata avariei, descrierea avariei şi pierderea de ţiţei.

Răspunsurile Conf. Ing. *Drăgan Gleb*:

La întrebarea Ing. *Radu Th.* — Trustul Energopetrol Cîmpina: Dacă este cazul să se monteze conductor de protecţie la liniile de 6 kV montate pe stîlpi de beton? Pe stîlpi de beton, la 6 kV, nu ar trebui să se monteze conductor de protecţie.

La întrebarea Ing. *Stănescu Septimiu* — I.D.T.P.P. Ploești: Dacă pentru protecția rezervoarelor de produse petrolifere este necesar să se monteze paratrăsnete Franklin? Protecția rezervoarelor se va face printr-o punere bună la pămînt; nu este nevoie de paratrăsnete Franklin.

Răspunsurile Ing. *Donici Silviu*:

La întrebarea tov. *Machedon Gh.* — I.E. Cîmpina: Care poate fi explicația că s-au produs avarii la stațiile protejate cu DRV, transformați de la 35 kV la 25 kV? Pot fi mai multe cauze, și anume: a) descărcătoarele nu au avut tensiunea reziduală totală bine fixată, deoarece alegerea discurilor care s-au păstrat în descărcător nu s-a făcut prin măsurătoarea tensiunii; b) curentul de trăsnet poate că a depășit valoarea curentului nominal, ceea ce a condus la creșterea tensiunii; c) izolația transformatoarelor construite în țară nu a fost încercată la tensiunea de impuls.

Discuții

În continuare, s-au purtat următoarele discuții:

— Ing. *Radu Th.* — Trustul Energopetrol Cîmpina, ridică problema protecției rezervoarelor cu produse inflamabile, descrie avarii petrecute la Moreni, Ticleni; arată că pentru protejarea rezervoarelor trebuie să se facă o punere la pămînt pe mai multe puncte ale rezervorului și recomandă studierea posibilității captării gazelor, deoarece focul s-a inițiat prin aprinderea acestor gaze de către descărcările atmosferice. În nici un caz nu se pot admite paratrăsnete Franklin.

Ing. *Costin Emil* — Energotrustul nr. 1 București — arată că la instalațiile vechi, unghiul de protecție al conductorului de protecție este mai mare decît cel prescris. Lipsesc datele statistice asupra avariilor provocate la instalațiile de înaltă tensiune, iar în joasă tensiune, nu se țin pînă în prezent astfel de evidențe. Nu există suficiente contoare de înregistrare a funcționării descărcătoarelor cu rezistență variabilă. Lipsesc date asupra prizelor pentru punerea la pămînt a stîlpilor și conductorului de protecție. Dă relații asupra comportării în exploatare a descărcătoarelor Ganz.

Ing. *Drăghicescu Constantin* — I.E. Tîrgoviște — propune să se studieze folosirea condensatoarelor montate pentru îmbunătățirea factorului de putere, în schemele de protecția împotriva supratensiunilor.

Ing. *Balaurescu Dumitru* — inginerul șef al Energocombinatului Bacău — face următoarele propuneri: a) să se ia măsuri pentru coordonarea izolației în întregul sistem protejat cu aparataj diferit; b) să se creeze laboratoare speciale, amenajate pentru verificarea descărcătoarelor; c) să se elaboreze și să se difuzeze instrucțiuni pentru exploatarea și întreținerea descărcătoarelor; d) să se studieze construirea în țară a contoarelor pentru indicarea funcționării descărcătoarelor; e) să se țină evidența clară a efectelor supratensiunilor.

Ing. *Anastasiu Gh.* din partea Direcției Generale Foraj-Extracție, face cunoscut numărul total de descărcătoare catodice montate în schelele petrolifere, specificate pe tensiuni de exploatare. Semnalează că s-au proiectat linii de 35 kV fără conductor de protecție. Semnalează lipsa de descărcătoare pentru tensiunea de 1 și 0,5 kV, cît și lipsa unor instrucții pentru exploatarea descărcătoarelor catodice de toate tipurile.

— Ing. *Drăgulescu Vasile* de la Trustul Extracție Tîrgoviște, subliniază greutățile întîmpinate de către schelele de extracție, în legătură cu montarea și demontarea periodică pentru control a descărcătoarelor de înaltă tensiune în stațiile I.E. Cîmpina și I.E. Tîrgoviște, opriri care afectează planul de producție. Asupra datelor statistice ce se înregistrează este necesar să se prezinte cauzele și tipul de oprire mai exact, pentru a se putea trage concluzii folositoare din aceste statistici. Reia problema protecției rezervoarelor de produse petrolifere, contra supratensiunilor atmosferice, precizînd necesitatea ca aceste rezervoare să fie legate electric la pămînt, în conformitate cu normele în vigoare.

— Ing. *Gabor Dragoș* de la direcția Generală Construcții și Montaje, pune problema utilizării corecte a descărcătoarelor tubulare, ținîndu-se seamă de curenții de descărcare Mai recomandă elaborarea unui chestionar, pentru analiza avariilor.

— Ing. *Popovici Nicolae* de la Trustul Energopetrol-Cîmpina, pune în discuție problema prizelor de pămînt, atît ca montaj cît și ca exploatare, cerînd să se precizeze totodată care din prize sînt mai eficace și trebuie folosite, cele din placă de oțel galvanizat (folosit în mod curent la instalațiile electrice din petrol), sau cele din țeavă de oțel galvanizat. Remarcă lipsa unor norme și standarde privind montarea descărcătoarelor, cum și a unor norme și prescripții pentru proiectarea protecției instalațiilor contra supratensiunilor atmosferice și a prizelor de pămînt. Propune, ca atelierul de reparații utilaje electrice — Trustul Energopetrol Cîmpina, să fie dotat cu instalații pentru a proba transformatoarele la unda de impuls.

— Ing. *Stefăniță Mircea* de la Trustul Extracție-Foraj Ploești, cere tipizarea confecționării descărcătoarelor de 0,5 și 1 kV. În continuare, face o descriere a descărcătorului eclator Brenner-Chirbea, folosit la protecția motoarelor electrice contra supratensiunilor atmosferice, la tensiuni de 0,5 și 1 kV.

— Ing. *Carp Ion* de la Trustul Energopetrol Cîmpina, repune în discuție problema conductorului de protectie la liniile de 25 kV care se pare că a fost abandonat chiar de ISPE în proiectele sale. Aceeași problemă se pune și pentru montarea paratrăsnetelor Franklin pe lîngă stațiile de transformare de 25 kV.

— Ing. *Zdravcu M.* de la IPROCHIM Ploești, repune în discuție tot problema prizelor de punere la pămînt, cerînd să se precizeze ce este mai bine să se folosească: plăci din fier galvanizat, sau țevi, întocmindu-se în acest scop norme și standarde de Stat. Arată că STAS-ul nu dă suficiente indicații în ce privește modul de calcul al prizelor de pămînt, plecînd de la rezistențele solului. În continuare, Ing. *Zdravcu M.* cere să se dea instrucțiuni asupra rezistenței ce trebuie să aibă o priză de scurgere (4 Ω sau 10 Ω, în funcție de natura și importanța instalațiilor).

— Ing. *Popescu Gh.* de la I. E. Cîmpina-Sector Ploești, comunică date statistice asupra descărcătoarelor atmosferice, în special pe liniile de joasă tensiune. Dă unele date, asupra comportării descărcătoarelor catodice și tubulare. Cere o documentație tehnică asupra montării și demontării descărcătoarelor tubulare sub tensiune. În încheiere arată unele date asupra descărcărilor atmosferice în rețeaua orașului Ploești.

— Conf. ing. *Drăgan Gleb*, răspunde la unele întrebări ce s-au pus în cadrul discuțiilor, în special asupra folosirii conductorului de protecție de 25 kV pe stîlpii de beton și metalici, arătînd că nu este necesar să se monteze.

— Ing. *Donici Silviu* face o scurtă descriere a descărcătoarelor cu rezistența variabilă de tipul Ganz, cehoslovace, din U.R.S.S. și germane, arătînd că în prezent se fabrică și descărcătoare romînești, care vor avea o comportare bună. În continuare, dă o serie de date caracteristice ale descărcătoarelor de fabricație romînească.

— Ing. *Popa Aurel*, arată că problema încercării transformatoarelor la impuls a fost rezolvată de Electroputere Craiova și la ICET. În continuare, arată că lipsa unor prescripții duce la risipa de aparate de protecție și creează în plus multe puncte slabe în instalații. Se arată o cauză probabilă care face ca DRV să se distrugă, și anume: reducerea tensiunii de amorsare, prin amorsări repetate și prin umiditate. În încheiere arată că pentru proiectare și exploatare, indicele keraunic nu are atît de mare importanță. Mult mai importante sînt datele statistice strînse din exploatare, dat fiind specificul ce-l prezintă fiecare regiune în parte.

— Ing. *Tănăsoiu M.*, din partea Regiunii P.M.R. — Ploești, arată importanța acestei consfătuiri și este surprins că aceste probleme nu au fost încă rezolvate pe deplin pînă în prezent. Consideră că această consfătuire își va atinge scopul, cînd avariile de această natură vor scădea la minimum. În încheiere, cere o colaborare strînsă între institutele de cercetări și organele de producție, în scopul eliminării totale a avariilor provocate de supratensiunile atmosferice,

Consfătuirea este încheiată de Prof. dr. Ing. *Avramescu A.*, care face o serie de recomandări, și anume:

1. Difuzarea și studierea pe teren a tuturor problemelor discutate la această consfătuire.

2. Întocmirea unor hărți keraunice, pentru fiecare regiune în parte.

3. Întocmirea unor statistici asupra avariilor datorite descărcărilor atmosferice.

4. Atenție la veracitatea datelor ce se trec în statisticile întocmite.

5. Cercetări științifico-teoretice asupra acestor probleme.

6. Dotarea întreprinderilor cu materiale și aparatura necesară.

7. Necesitatea întocmirii de instrucțiuni pentru montarea și exploatarea descărcătoarelor tubulare și cu rezistență variabilă.

8. Strînsa colaborare cu institutele de cercetări.

În concluzie, prof. dr. ing. *Avramescu A.* arată că această consfătuire s-a caracterizat printr-un nivel ridicat din punct de vedere tehnico-științific; discuțiile ce s-au purtat au fost destul de animate și cu interes, și recomandă ca toate cercetările să fie difuzate în presa tehnică de specialitate, făcîndu-se cunoscute ideile tehnice și rezultatele obținute în acest domeniu.

Ca urmare a referatelor prezentate și a discuțiilor purtate, consfătuirea a adoptat următoarele recomandări:

1. Elaborarea unor instrucțiuni unitare, pentru precizarea domeniului de utilizare a paratrăsnetelor de tip Franklin și a descărcătoarelor tubulare, a conductoarelor de protecție pentru diverse categorii de suporți și tensiuni de serviciu și tipurile indicate de electrozi de punere la pămînt.

2. Elaborarea de studii, privitoare la folosirea condensatoarelor în rețelele electrice și ca element de protecție contra supratensiunilor, măsurile și schemele de protecție a rezervoarelor de produse petrolifere, sistemele de protecție în joasă tensiune și coordonarea protecției sistemelor energetice.

3. Elaborarea unor scheme complete de protecție contra supratensiunilor atmosferice, avîndu-se în vedere și un montaj al descărcătoarelor, fără întreruperea alimentării. Se recomandă, în special, proiectarea protecției liniilor de energie, ținînd seamă de configurația terenului.

4. Însușirea de către industria electrotehnică și fabricarea pe scară industrială a dispozitivelor de protecție și a contoarelor pentru înregistrarea funcționării descărcătoarelor.

5. Organizarea evidenței avariilor provocate prin supratensiuni atmosferice, pe bază de foi tipizate și planuri de situații.

6. Dotarea atelierelor de reparații de utilaje electrice petrolifere, cu instalații corespunzătoare pentru încercarea la unda de impuls și pentru uscarea și impregnarea sub vid și presiune.

7. Depozitarea corespunzătoare a motoarelor electrice, pentru menținerea gradului de izolație corespunzător.

8. Intensificarea colaborării științifice între institutele de cercetări și proiectări, uzinele producătoare de utilaje și unitățile de exploatare.

9. Difuzarea largă a concluziilor și recomandărilor consfătuirii.

Consfătuirea A.S.I.T. ținută la Ploești în ziua de 19 martie 1958, a arătat că inginerii și tehnicienii energeticieni din industria energetică și petroliferă, în colaborare cu institutele de studii și cercetări de specialitate, sub îndrumarea Institutului de Energetică al Academiei R.P.R., sînt în măsură și trebuie să rezolve aspectele teoretice și practice, legate de problema supratensiunilor atmosferice, cauză generatoare de întreruperi în furnizarea energiei electrice și de avariere a utilajului electroenergetic, cu efecte negative în desfășurarea normală a producției.

Ing. **T. A. Comăneseu**

Constituirea Comisiei Permanente pentru materiale electroizolante

CZ 621.315.61 :061.2

Din inițiativa secției de specialitate Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., anul acesta a avut loc ședința de constituire a Comisiei permanente pentru materiale electroizolante. Această comisie, în a cărei componență intră ingineri și tehnicieni din întreprinderile producătoare de materiale izolante și de mașini și aparate electrice, din institutele de cercetări departamentale și din institutele de învățămînt superior din întreaga țară, a fost formată în scopul de a ajuta la rezolvarea problemelor legate de introducerea tehnicii noi în domeniul producerii și utilizării materialelor izolante.

Programul de lucru al comisiei a fost axat pe o serie de obiective dintre care citățm:

— elaborarea de norme privind încercarea materialelor izolante;

— întocmirea unui nomenclator de materiale electroizolante.

— publicarea de articole în revistele A.S.I.T.;

— pregătirea unei conferințe pe țară în problema materialelor izolante.

BIBLIOTECA CENTRALĂ TEHNICĂ

SOMMAIRE

*** : **L'emploi pacifique de l'énergie termonucléaire**
Electrotehnica, **6** (1958) 8, 276—279

CD 621.3.018.7 :513.882

Ionescu V. : **Applications des espaces Hilbert à l'étude du régime déformant**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 280—285

Pour une systématisation mathématique plus générale de la théorie des phénomènes déformants, on essaie l'application des proprietés des espaces Hilbert à l'étude de ce problème. Dans la première partie on expose sommairement les notions et les théorèmes généraux relatifs aux espaces Hilbert. On introduit le pseudoproduit vectorial, la puissance complémentaire, réactive et déformante, en démontrant les propriétés conservatives de ces grandeurs.

CD 621.313.224 :621.316.719.3

Stoica V. : **Une machine compound à courant continu, dont l'enroulement série est connecté en pont de Graetz, fonctionnant en régime de frein à récupération**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 286—291

On présente un schéma de connection de l'enroulement série, qui augmente l'efficacité du freinage. L'étude théorique du schéma est accompagné par les résultats des essais effectués a l'Institut Energetique de Moscou sous la direction du prof. dr. D.P. Morozov.

CD 621.314.222.6 :621.317.333.82

Căprariu F., Cîrstea D., Costina D., Marx A. et *Máthé B.* : **Les essais des transformateurs de puissance au choc de tension**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 291—303

L'article commence par une analyse des methodes d'essais au choc de tension des transformateurs de différents pays. On expose ensuite l'expérience de l'usine „Electroputere" dans ce domaine. On présente les schémas d'essai et de mesure et les oscillogrammes obtenus. On décrit une sonde électromagnétique construite dans l'usine pour détecter les défauts.

CD 621.314.6 :621.355.035.61

Şapira S. et *Nistor Gh.* : **Un redresseur stabilisé pour la charge automatique des batteries d'accumulateurs**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 302—305

Après une étude detaillée des processus de charge des batteries d'accumulateurs, on conclut que la charge optimum peut être obtenue à l'aide d'un redresseur stabilisé par un procédé automatisé. On étudie le schéma qui assure la charge optimum et l'on donne les résultats obtenus sur une installation construite à l'Institut de Recherches Electrotechniques (ICET).

NOTES

CD 621.372.44

Timotin Al : **Grandeurs conservatives dans les réseaux électriques non linéaires**
Electrotehnica **6** (1958)8, 306—309

CD 621.318.1

Ivaşcu V. : **De noveaux matériaux magnétiques réalisés à l'Institut de Recherches Electrotechniques (ICET)**
Electrotehnica **6** (1958) 8, 309

DOCUMENTATION, 309
BREVETS, 309
CHRONIQUE, 312
ACTIVITE DE L'A.S.I.T. 314

CZ 62 PRINCIPII, STUDII FIZICO-TEHNICE

Burchard H., Hofmann G. : CZ 62(213)

Contribuţie la clasificarea climatică a aparatelor tehnice. Electrotechn. Z.—A **79** (1958) 9, 315—321.

CZ 621.3 INGINERIE ELECTRICĂ

Terentiev P.V. : CZ 621.319.53.011.3

O metodă pentru calcularea autoinductanţei circuitului de descărcare într-un generator de impuls. Electricestvo **78** (1958)6, 82—83.

Janns R.I., Friedmann L.A. : CZ 621.3.04

Despre folosirea incorectă a curbei de comutaţie a magnetizării pentru calcularea aproximativă a circuitelor cu oţel. Electricestvo **78** (1958) 6, 77—80.

CZ 621.3.042.4 :621.1..3.015

Akopian A.A., Larionov V.P., Torosian A.S. :

Deformarea undei de tensiune într-un întrefier lung. Electricestvo **78** (1958) 6, 33—36.

Sutcliffe H. : CZ 621.318.4.014.1

Distribuţia optimă a densităţii de curent în bobine de secţiune groasă. Electr. Eng. **2** (1958) 6, 208—211.

CZ 621.3.01.09 ELECTROTEHNICĂ GENERALA

Jacottet P. : CZ 621.3.064.24/25

Comportarea la străpungere a dispozitivelor în aer şi în ulei sub acţiunea supratensiunilor de conectare. Elektrotechn. Z.—A **79** (1958)10, 337—345.

CZ 621.312 FABRICAREA MAŞINILOR ŞI APARATAJULUI. INDUSTRIA ELECTRICĂ

Althausen O.N. : CZ 621.318.1 :536.49

Cercetarea efectelor temperaturii asupra proprietăţilor magnetice ale oţelului electric. Electricestvo **78** (1958)6, 80—82.

CZ 621.313. MAŞINI ELECTRICE

Glebov I.A., Kaşetelian V.E., Siri N.S. : CZ 621.313.322 :621.316.71

Frînarea electrică a generatoarelor sincrone conectate la linii de transport lungi. Electricestvo **78** (1958)6, 7—10.

Poliak G.I. : CZ 621.313.322.013.8

Excitaţia serie pentru generatoare, comandată automat. Electricestvo **78** (1958)6, 10—15.

Kopilov I.P. : CZ 621.313.236.3 :621.375

Combinarea unui amplificator electric cu o maşină electrică. Electricestvo **78** (1958)6, 56—58.

Sidorov O.P. : CZ 621.313.322 :621.316.722

Reglajul larg al tensiunii generatoarelor autoexcitate. Electricestvo **78** (1958)6, 39—41.

Bula J., Polack J. : CZ 621.313.322—712

Răcirea cu hidrogen a alternatoarelor şi primele rezultate în exploatare. Energetika (CSR) **8** (1958) 3, 93—98.

Laithwaite E.R. : CZ 621.313.333—185.6

Motoare de inducţie fără perii cu viteză variabilă. Electr. Energy **2** (1958) 6, 222—228.

CZ 621.314.1/3. TRANSFORMATOARE ELECTRICE

Adolphson E.J., Vogel F.J. : CZ 621.314.222.6.015.532

Măsurători asupra efectului Corona la transformatoare cu izolaţie de ulei. Electr. Engng. **76** (1957)9, 782—786.

Kratzer H. : CZ 621.314.2.011.3

Impedanța omopolară a transformatoarelor. Bull. Sécheron **78** (1958) 27 F, 23—32.

Rossier Cl. : CZ 621.314.2.045.5

Cîteva particularități ale transformatoarelor cu 3 înfășurări Bull. Sécheron **78** (1958) 27 F, 8—14.

CZ 621.315 **TRANSMISIUNEA ENERGIEI ELECTRICE**

Kratzer H. : CZ 621.316.13.014.3

Scurtcircuite asimetrice în rețelele trifazate. Bull. Sécheron **78**(1958) 27 F, 15—22.

CZ 621.315.61.62 **MATERIALE IZOLANTE. IZOLATOARE**

Neubauer F. : CZ 621.315.65 :621.315.612.2

Cercetarea experimentală a influenței diferitelor moduri de fixare ale armăturilor izolatoarelor asupra rezistenței mecanice a porțelanului. Bull. ASE **49** (1958) 11, 483—489.

CZ. 621. 316.3/.5 **INSTALATII. APARATAJ**

Stotzke G. : CZ 621.316.5.066.6

Influența formei contactului asupra limitei de sudabilitate în aparatajul de joasă tensiune. Dtsch. Elektr. **12** (1958) 5, 152—158.

Leeds W.M., Browne jr. T.E., Strom A.P. : CZ 621.316.5.064.4

Folosirea hexafluorurii de sulf pentru stingerea arcurilor intense. Electr. Engng. **76** (1957)9, 789—791.

CZ 621.316.9 **PROTECTIE**

* * * : CZ 621.316.933.4.001.4

Noi încercări de tip ale descărcătoarelor ASEA. ASEA Rev. **30** (1958) 1, 20—22.

Waldmann E. : CZ 621.316.99

Contribuție la problema legăturii între legăturile la pămînt de înaltă și de joasă tensiune. Elektrotechn. Z.—B. **10** (1958)5, 197—201.

Toni M. : CZ 621.316.99

Funcționarea protectoare și dimensionarea prizelor de pămînt Elettrodomestica **8** (1958) 1, 55—58.

CZ 621.317 **MASURI ELECTRICE**

Van Vergen H., Binge Kl. : CZ 621.317.326.027.4

Măsurarea tensiunilor de vîrf a curentului alternativ de înaltă tensiune după metoda redresării cu diode de germaniu și instrumente cu bobină mobilă. Elektrotechn Z.—A **79** (1958)9, 310—313.

Douglas J. L., Stanett A. V. : CZ 621.315.626.1.001.4

Încercări de laborator și de stație asupra izolatoarelor de trecere condensator. Electr. Energy **2** (1958) 5, 191—195.

Howard P.R. : CZ 621.317.333.82

Metode de încercare la impuls de înaltă tensiune. Electr. Energy **2** (1958) 5, 160—167; 6, 232—235.

Rauth A. : CZ 621.317.2 :621.313.001.4

Un stand de încercare a mașinilor electrice. L'électricien **71** (1958) 1975, 47—52 (va urma).

CZ 621.317.7 **INSTRUMENTE. APARATE DE MASURĂ**

Ardenne M.v. CZ 621.317.755

Un osciloграf de precizie pentru înaltă tensiune. Dtsch Elektr. **12** (1958) 5, 144—147.

Bowlder G.W. : CZ 621.317.72.027.3

Măsurarea tensiunilor înalte cu instrumente indicatoare sau înregistratoare. Electr. Energy **2** (1958) 6, 202—207.

CĂRŢI SOVIETICE, PREVĂZUTE SPRE PUBLICARE IN EDITURA GOSENERGOIZDAT

AHILIAN A. A.:

Fabricarea izolatoarelor de porţelan de dimensiuni mari pentru aparatele centralelor electrice. Apariţie trim. I. 1958.

Clasificarea izolatoarelor de dimensiuni mari pentru aparate, execuţie, uscare în uscătorii termice de diverse sisteme. Uscare cu curent de înaltă frecvenţă, încercări. Materie primă.

* *

PRIVEZENTEV V. A.:

Conductori de bobinaj. Apariţie trim. II. 1958.

Conductori emailaţi, email-lacuri. Procesul de emailare a conductorilor. Utilajul secţiilor de emailaj. Conductori cu izolaţie de fibre. Utilajul secţiilor de bobinaj.

* *

X X X:

Contacte electrice (Lucrările consfătuirii Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S.). Apariţie trim. II. 1958.

Rapoartele sînt consacrate fizicii procesului în contactele electrice de întrerupere, calculului lor, aplicării şi metodicii de încercare, cum şi materialelor de contact.

* *

AIZENSTOC V. L. ş.a.:

Comanda electro-ionică a maşinilor de sudat. Apariţie trim. III. 1958

Elementele schemelor de comandă, regulatoare electronice de timp. Întrerupătoare cu ignitroane. Servomotoare cu tiratroane. Întrerupătoare cu ignitroane pentru sudură în puncte. Scheme de comandă a maşinilor de sudură cu aplicarea aparatelor electrono-ionice. Aparate de control şi de punere la punct.

* *

NETUSIL A. V. şi PARINI E. P.:

Încălzirea prin înaltă frecvenţă a dielectricilor şi semiconductorilor. ed. 2, apariţie trim. IV. 1958.

Teoria încălzirii în cîmp electric variabil. Măsurarea parametrilor materialului. Generatoare de înaltă frecvenţă pentru încălzirea dielectrică. Combaterea paraziţilor de radio. Instalaţii industriale.

* *

TOLOKONNIKOV L. S. ş.a.:

Atlas pentru utilajul tip al instalaţiilor electromecanice industriale. sub red. lui A. T. Golovan, A. D. Svencianski şi M. G. Cilikin. Apariţie trim. II. 1958.

Partea electromecanică a dispozitivelor de acţionare a macaralelor, elevatoarelor, conveierelor, excavatoarelor, laminoarelor, maşinilor-unelte, utilajului de forjare şi presare, ventilatoarelor şi pompelor. Cuptoare electrice.

CĂRŢI SOVIETICE NOI IN CURS DE APARIŢIE

. * . :

Aparate cu semiconductoare şi utilizările lor. Culegere de articole sub redacţia lui Ia A. Fedotov. Editura „Sovetskoe Radio" — programată pentru trim. III/1958.

În carte sînt publicate articole care se referă la următoarele probleme : materialele folosite în tehnica semiconductoarelor, procesele fizice care au loc în funcţionarea aparatelor cu semiconductoare, tehnologia, parametrii şi caracteristicile aparatelor cu semiconductoare, metodica de încercare şi aparatura necesară încercării semiconductoarelor, funcţionarea aparatelor şi amplificatoarelor cu semiconductoare etc. Lucrarea se adresează inginerilor şi tehnicienilor care se preocupă de tehnica semiconductoarelor.

★

. * . :

Matematică modernă pentru ingineri. Culegere de articole. Traducere în limba rusă din limba engleză. Editura pentru literatură străină — programată pentru trim. III/1958.

În lucrare sînt analizate problemele moderne de matematică care îşi găsesc aplicaţia în diferitele ramuri ale tehnicii. Articolele se referă mai ales la teoria probabilităţilor şi statistică, la teoria ecuaţiilor diferenţiale şi la metodele de calcul ale matematicii.

★

JAHNKE E. şi EMDE F. :

Tabele cu funcţii, formule şi curbe. Traducere în limba rusă din limba germană, ed. 3. Editura Fizmatghiz — programată pentru trim. III/1958.

Lucrarea reprezintă un adevărat manual de funcţii elementare şi speciale, conţine tabele, formule şi grafice ale unor funcţii elementare şi speciale care se folosesc curent în practica inginerească. Se dau de asemenea multe tabele numerice consideraţii teoretice, grafice, nomograme, diagrame spaţiale (reliefuri de funcţii de variabilă complexă, funcţii de două variabile etc.). Cartea conţine peste 70 de tabele şi 200 de grafice, cum şi o bogată bibliografie de specialitate. Se adresează inginerilor, cercetătorilor, aspiranţilor, studenţilor.

★

ADONT G. T. :

Regimuri nesimetrice complicate ale sistemelor electrice (Teoria şi metoda de calcul). Editura Academiei de Ştiinţe a R.S.S. Armene — programată pentru trim III/1958.

Cartea conţine teoria şi metodele de calcul ale regimurilor nesimetrice complicate care apar în sisteme electrice. Lucrarea se bazează pe cercetările personale ale autorului şi la baza ei stă teoria multipolilor elaborată special pentru sistemele nesimetrice. Sînt date metode de calcul bazate pe folosirea modelelor de reţele de curent alternativ. Se dau exemple de calcul care ilustrează valabilitatea teoriei şi a metodelor de calcul. Lucrarea se adresează inginerilor şi cercetătorilor care se preocupă de sistemele electrice.

. * . :

Problemele electrificării căilor ferate. Culegere de articole. Fascicula I. Editura Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S. — programată pentru trim. IV/1958.

În lucrare sînt date rezultatele aplicării curentului alternativ de frecvenţă industrială în transportul feroviar. Sînt date rezultatele cercetărilor experimentale şi teoretice, indicii energetici şi de exploatare ai diferitelor instalaţii de alimentare cu energie electrică şi ai locomotivelor electrice. Se indică metodele de calcul ale acestor instalaţii. Lucrarea se adresează cercetătorilor, inginerilor şi tehnicienilor care se preocupă de electrificarea căilor ferate.

★

. * . :

MAX PLANCK (cu ocazia centenarului naşterii sale). Culegere de articole. Editura Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S. — programată pentru trim. III/1958.

Culegere de articole şi materiale referitoare la marele fizician german Max Planck. Articolele conţin biografia ştiinţifică a lui Planck şi reliefează rolul său în fundamentarea fizicii cuantice. Se publică documente în legătură cu relaţiile lui Planck cu savanţii ruşi, despre vizita pe care a făcut-o în anul 1925 în U.R.S.S. În anexă se dă bibliografia lucrărilor ştiinţifice ale savantului, cum şi lucrările care s-au scris despre el în diferite limbi. Lucrarea se adresează tuturor celor care se interesează de istoria ştiinţelor moderne.

★

DUNLOP W. :

Introducere în fizica semiconductoarelor. Traducere în limba rusă din limba engleză. Editura pentru Literatură Străină. — programată pentru trim. IV/1958.

Lucrarea esre scrisă de unul dintre cei mai mari specialişti americani de electronică a semiconductoarelor şi reprezintă un curs de fizică a semiconductoarelor, elaborat la nivelul actual al ştiinţei. Sînt prezentate bazele teoriei semiconductoarelor, obţinerea şi proprietăţile materialelor pentru semiconductoare, se descriu aparatele şi dispozitivele construite pe bază de semiconductoare. Cartea este scrisă într-un limbaj puţin pretenţios şi este accesibilă unui cerc larg de ingineri şi tehnicieni.

★

DITKIN V. A. şi PRUDNIKOV A. P. :

Calculul operaţional cu două variabile şi aplicaţiile sale. Editura Fizmatghiz — programată pentru trim. IV/1958.

Monografia este destinată calculului operaţional cu două variabile. Această ramură a analizei matematice are o importanţă mare în aplicaţii şi anume la rezolvarea ecuaţiilor cu derivate parţiale, la calculul integralelor cum şi la deducerea unei serii de formule din teoria funcţiilor speciale. Punctul de plecare al lucrării este transformarea Laplace de două variabile. Prima parte a cărţii conţine teoria generală şi aplicaţiile iar în partea a doua se dau tabele de formule. Cartea se adresează cercetătorilor ştiinţifici şi inginerilor care lucrează în diferitele domenii ale matematicii, fizicii şi tehnicii.

LEI 5

E 2040

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

ELECTROTEHNICA

9

Electrotehnica — Bucureşti

Anul 6 ★ nr. 9 ★ septembrie 1958

Către cititorii noştri

Urmărind îmbunătăţirea continuă a conţinutului şi a formei revistei noastre, Comitetul de redacţie a luat numeroase măsuri, al căror scop este de a face revista mai utilă, mai documentată şi mai atrăgătoare masei cititorilor. Unele din aceste măsuri necesită explicaţii şi o îndrumare pentru a asigura o întrebuinţare raţională a revistei. Unele explicaţii se dau mai jos, iar pentru informaţii de detaliu rugăm pe cititorii noştri să se adreseze direct redacţiei revistei noastre.

Revista are următoarele părţi : partea de fond, partea documentară şi inseratele.

1. Partea de fond *conţine : articole, note discuţii, referate, recenzii, norme şi standarde şi cronica. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică şi o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detaşeze şi să se lege formînd colecţia revistei.*

1.1. Articole. *Articole de fond privind luări de poziţii, comentarii faţă de evenimente politice, economice şi tehnicele importanţă mare.*

Articole de tehnico - ştiinţifice, tehnico - economice sau tehnologice (4— 6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză, se publică în condiţiile comunicate autorilor pe prima contrapagină a numerelor revistei din anul 1957. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacţională destinată a situa articolul în tematica revistei şi în problematica actuală a domeniului, cu sublinierea importanţei sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a uşura regăsirea unui articol într-o colecţie de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care împreună cu fişele documentare ale sumarelor în limba romînă şi în patru limbi străine permit identificarea obiectului articolelor şi pentru cititorii străini care nu cunosc limba romînă.

În acelaşi timp sumarele pe fişe (v. mai jos) şi tablele de materii anuale, pe 5 ani etc. dau posibilitatea regăsirii uşoare a unui articol în colecţie.

1.2. Notele *sînt expuneri mai scurte şi de o importanţă mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal şi se introduc în sumarele anuale.*

1.3. Discuţii *asupra unor lucrări sau articole apărute constînd dintr-o luare de poziţie şi un răspuns, se admit fără ca Redacţia să ia un angajament sau responsabilitate în ce priveşte părerile exprimate. Discuţiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori şi cititori.*

1.4. Referatele *sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din ţară şi din străinătate care se consideră de către redacţie a fi interesante şi utile cititorilor. Indicaţia bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele şi referinţe bibliografice).*

1.5. Recenzii *sînt prezentări mai ample şi critice ale unor lucrări de anvergură, cărţi monografii, dizertaţii. Recenzorii se aleg de către redacţie printre persoanele competente în domeniul respectiv şi care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă şi să permită îmbunătăţiri la o nouă ediţie.*

1.6. Norme şi standarde *este o rubrică de prezentare a ultimilor ştiri privind redactarea şi apariţia de norme şi standarde electrotehnice în ţară şi străinătate (norme internaţionale).*

1.7. Cronica *serveşte la anunţarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii : congrese, conferinţe, aniversări, comemorări etc.*

2. Partea documentară *a revistei este mult amplificată faţă de trecut avînd în vedere nevoia acută de a promova şi îmbunătăţi documentaţia tehnico-ştiinţifică în masa inginerilor şi tehnicienilor electricieni.*

2.1. Sumarele *sînt redactate în cinci limbi sub formă de fişe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificaţie zecimală şi referinţe bibliografice normale (denumirea şi numărul revistei se repetă pe fiecare fişă). Dispuse pe fanioane care se detaşează la scoaterea broşelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate şi ordonate în fişiere bibliografice individuale, ca şi:*

2.2. Titlurile *unor articole recente din periodice din ţară şi străinătate, care pot să prezinte interes pentru inginerii sau tehnicienii noştri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4.).*

3. Inseratele sînt :

3.1. Anunţuri *de evenimente şi apeluri către cititori sau autori.*

3.2. Reclame *şi prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi electrotehnice din ţară şi străinătate. Condiţiile pentru inserarea de anunţuri şi reclame se comunică de către redacţie celor interesaţi.*

Redacţia speră a fi acţionat în interesul cititorilor luînd aceste măsuri şi îşi propune ca obiectiv şi în viitor să facă revista cît mai utilă, mai interesantă şi cît mai vie.

Revista „Electrotehnica", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Grele
Editor: Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia: Bucureşti, Str. Ion Ghica nr. 3, telefon 16.78.78. Administraţia şi Casieria: Bucureşti, Cal. Victoriei, 118, telefon 14 06 24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic ilustrativ apărut în revistă cît şi cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei.
Revista apare lunar. Abonamentul anual: pentru întreprinderi lei 96, individual lei 30. Preţul unui exemplar: lei 5. Abonamentele se primesc la sediul administraţiei sus indicate. Tiparul; Întreprinderea Poligrafică nr. 3. Bucureşti.

ELECTROTEHNICA

Anul 6 Nr. 9 septembrie 1958

SUMAR

CZ 628.971.6 :621.32

Gheorghiu N. :

Realizări și perspective în domeniul instalațiilor pentru iluminatul străzilor

Electrotehnica **6** (1958) 9, 317

Autorul analizează situația instalațiilor pentru iluminatul străzilor din R.P.R. Se descriu lămpile și aparatele de iluminat, stîlpii și elementele rețelei care se fabrică în țară și se discută problemele de studii, proiectare și exploatare ale acestor instalații : totodată autorul dă indicații prețioase asupra cîtorva lucrări executate în ultimii ani (instalația de iluminat de pe Bdul 6 Martie, Calea Victoriei etc.). În tot cuprinsul articolului se arată măsurile care trebuie luate pentru aducerea instalațiilor de iluminatul străzilor din R.P.R. la nivelul tehnicii mondiale.

CZ 621.326.7.032.321

Avramescu, A. :

Contribuții la calculul filamentului lămpilor de foarte joasă tensiune

Electrotehnica **6** (1958) 9, 328

Autorul rezolvă problema calculării filamentului lămpilor de foarte joasă tensiune pornind de la bilanțul energetic exact și rezolvînd ecuația diferențială neliniară a bilanțului printr-o metodă grafică și una analitică aproximativă. Dintr-o soluție analitică în serie se deduce o expresie trinomă deosebit de simplă pentru repartizarea temperaturii de-a lungul filamentului. Astfel dimensionarea acestui filament se poate fonda pe baze teoretice riguroase. Cîteva nomograme permit calculul imediat al parametrilor principali care intră în relațiile fundamentale.

CZ 628.964.5: 656.21

Condacse, N. și Rosenberg, N. :

Iluminarea triajelor de cale ferată prin baterii de proiectoare

Electrotehnica **6** (1958) 9, 341

Articolul tratează problema iluminării triajelor de cale ferată prin sistemul de iluminat punctiform și prin sistemul cu baterii de proiectoare concentrate, arătînd avantajele acestuia din urmă. Se descrie turnul de iluminat de la cocoașa de triere a stației Ploești-Triaj.

CZ 628.9 :621.327.43

Ionescu, E. și Nahmias, G. :

Cu privire la îmbunătățirea iluminatului fluorescent

Electrotehnica **6** (1958) 9, 346

În lucrare sînt enumerate și discutate o serie de metode moderne utilizate la înlăturarea deficiențelor pe care le prezintă unele dintre instalațiile de iluminat fluorescent, cum sînt : pîlpîirea și prezența unor izvoare strălucitoare de suprafață mare în cîmpul vizual. Materialul tratat reprezintă atît o sinteză a datelor publicate în literatură, cît și rezultatul experienței autorilor.

REFERATE, 354
CRONICA, 355

CONTENTS

DC 628.971.6 : 621.32

Gheorghiu N. :

Achievements and future prospects in the field of street illumination installations.

Electrotehnica **6** (1958) 9, p. 317

The author analyzes the present state of street illumination installations in the Roumanian People's Republic. The lamps and lighting apparatus, as well as the posts and network parts, manufactured in our country, are desscribed and the problems concerning research planning and exploitation of these installations are discussed. Further on, valuable indications about several achievements performed these last years (the plants on Bulevardul 6 Martie, Calea Victoriei, and so on) are given. The paper shows the measures which have to be taken in order to bring the streets illuminating installations in our country to the level of world engineering.

DC 621.326.7.032.321

Avramescu A. :

Contributions to the calculus of low voltage lamps filament

Electrotehnica **6** (1958) 9, p. 328

The author is solving the problem of computing very low voltage lamp filaments starting with the accurate power balance and in solving the non-linear differential equation of the balance by means of a graphical method and an approximate analytical one. From an analytical series solution, a particularly simple trinomial expression for the distribution of temperature along the filament, is being derived. Thus, the dimensioning of this filament may be founded on rigorous theoretical bases. Several nomograms enable an immediate calculus of the main parameters entering into fundamental relationships.

DC 628.964.5 656.21

Condacse N. and *Rosenberg N.* :

Illuminating railway shunting yards by means of projecting batteries

Electrotehnica **6** (1958)9, p. 341

The paper is dealing with the problem of illuminating railway shunting yards with the aid of punctiform lighting system and by means of the system with concentrated search-light batteries, showing also the advantages of the latter one. The lighting tower from the shunting cat's back of the shunting yard station-Ploești is being described.

DC 628.9 : 621.327.43

Ionescu E. and *Nahmias G.* :

On the improvement of fluorescent illumination

Electrotehnica **6** (1958) 9, p. 346

A series of modern methods used in order to remove deficiencies presented by some fluorescent illuminating plants e.g. : flickering and the presence of bright sources of large surface in the visual field, are enumerated and discussed. The subjects dealt with are constituting a synthesis of data published in technical literature as well as the results of authors' experience.

ABSTRACTS, 354
CHRONICLE, 355

СОДЕРЖАНИЕ

Д. К. 628.971.6 :621.32

Gheorghiu N. :

Достижения и перспективы в области установок для освещения улиц.

Electrotehnica **6**(1958)9, 317

Рассматриваются установки для освещения улиц в Румынии. Дается описание ламп и осветительных аппаратов, опор и элементов сети отечественного производства и обсуждаются вопросы их изучения, проекрования и эксплуатации. При этом автор приводит ряд ценных указаний о ряде работ осуществленных в последние годы (осветительные установки на бульв. 6-го Марта, ул. Викторией и др). Указываются мероприятия по повышению технического уровня осветительных установок для улиц в Румынии.

Д.К. 621.326.7.032.321

Avramescu A. :

О расчете нитей накала ламп весьма низкого напряжения.

Electrotehnica **6**(1958)9, 328

Задача расчета нити накала ламп очень низкого напряжения решается исходя из точного энергетического баланса, посредством которого выводится дифференциальное уравнение нагревания. Уравнение решается приближенно путем графического и аналитического интегрирования. Даны номограммы для быстрого расчета основных параметров нити.

Д.К. 628.964.5 :656.21

Condacse N. u Rosenberg N. :

Освещение сортировочных железнодорожных станций посредетвом прожекторных баттарей.

Electrotehnica **6**(1958)9, 341

В статье рассматриваются вопросы искусственного освещения сортировочных железнодорожных станций; при этом сравниваются точечная система освещения и система, употребляющая сосредоточенные прожекторные баттареи, причем подчеркиваются преимущества последней. Описана осветительная башня сортировочной ж. д. станции Плоешты.

Д.К. 628.9 :621 327.43

Ionescu F. u Nahmias G. :

По поводу улучшения флуоресцентного освещения.

Electrotehnica **6**(1958)9, 346

В статье анализируются современные методы, применяемые для устранения неисправностей флуоресцентного освещения, в том числе: пылание ламп, наличие широких пятен, большой блескости в зрительном поле и т.д. Статья содержит синтез материалов опубликованных в технической литературе, а также личный опыт авторов.

РЕФЕРАТЫ, 354

ХРОНИКА, 355

INHALTSVERZEICHNIS

D.K 628,971.6 :621.32

Gheorghiu N. :

Verwirklichungen und Aussichten auf dem Gebiete der Strassenbeleuchtungsanlagen.

Electrotehnica **6** (1958) 9, 317

Der Verfasser analysiert den gegenwärtigen Stand der Strassenbeleuchtungsanlagen in der Rumänischen Volksrepublik. Es werden die Lampen und die Beleuchtungsgeräte, sowie die Leitungsmaste und die Netzelemente, die in unserem Lande hergestellt werden, beschrieben und die einschlägigen Forschungs-, Planungs- und Betriebsprobleme eingehend erörtert. Verfasser gibt wertvolle Angaben über einige in den letzten Jahren durchgeführten Arbeiten (die Beleuchtungsanlagen auf dem Boulevard 6 Martie, auf der Calea Victoriei, u.s.w.) an.

DK 621.326.7.032.321

Avramescu A. :

Beiträge zur Berechnung des Glühdrahtes bei Lampen sehr niedriger Spannung.

Electrotehnica **6** (1958) 9, 328

Ausgehend von der genauen energetischen Bilanz wird die entsprehende nichtlineare Differentialgleichung durch eine graphische und eine Näherungsmethode gelöst. Aus einer analytischen Lösung wird durch Reihenentwicklung ein einfacher Ausdruck für die Verteilung der Temperatur längs des Glühdrahtes abgeleitet. Auf diese Weise kann man den Glühdraht nach genauen theoretischen Grundsätzen bemessen. Einige Nomogramme erlauben die sofortige Berechnung der Grössen, die in den Grundgleichungen eingehen.

DK 628.964.5 :656.21

Condacse M. und Rosenberg N. :

Die Beleuchtung von Rangierbahnhöfen durch Scheinwerfer

Electrotechnica **6** (1958) 9, 341

Der Aufsatz behandelt die Beleuchtung der Rangiergleisfelder durch punktförmige Lichtquellen und Bündelung von Scheinwerfern, wobei die Vorteile der letzteren hervorgehoben werden. Der Beleuchtungsturm der Gleisabzweigstelle im Rangierbanhof Ploești wird genauer beschrieben.

DK 628.9 :621.327.43

Ionescu E. und Nahmias G. :

Betreffs Verbesserung der Fluoreszenzbeleuchtung

Electrotechnica **6** (1958) 9. 346

Der Aufsatz bespricht eine Reihe von neuzeitlichen Methoden zur Beseitigung der Nachteile welche gewisse Beleuchtungsanlagen mit Entladungsröhren aufweisen. So wird das Flackern sowie das Erscheinen von blendenden Lichtquellen grosser Oberfläche besprochen. Der behandelte Stoff stellt sowohl eine Zusammenfassung der Literatur als auch die Erfahrung der Verfasser dar.

Zugleich werden die zu treffenden Massnahmen, zur Verbesserung der Strassenbeleuchtungsanlagen in der R. V.R. vorgeführt.

DOCUMENTIERUNG, 354

CHRONICK, 355

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ŞI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 6 nr. 9 Bucureşti, septembrie 1958

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1883

Realizări şi perspective în domeniul instalaţiilor pentru iluminatul străzilor

NICOLAE GHEORGHIU — Bucureşti*)

Ţinînd seamă de importanţa din ce în ce mai mare a iluminatului străzilor, autorul analizează situaţia acestor instalaţii în R.P.R., descrie cîteva realizări mai interesante din ultimii ani şi face o serie de propuneri şi recomandări pentru aducerea acestor instalaţii la nivelul tehnicii mondiale.

CZ 628.971.6:621.32

1. Consideraţii generale

Importanţa socială şi economică a instalaţiilor pentru iluminatul străzilor [1]) devine din ce în ce mai mare, deoarece, pe de o parte, prin creşterea populaţiei se produce o extindere firească a oraşelor şi satelor din R.P.R., iar pe de altă parte, creşterea potenţialului industrial şi a nivelului de trai se manifestă printr-o intensificare accentuată a traficului rutier. Din aceste motive se impune o analiză atentă a situaţiei existente în acest sector ca şi indicarea măsurilor care trebuie luate pentru a se asigura dezvoltarea acestor instalaţii corespunzător nivelului tehnicii actuale.

Instalaţiile de iluminatul străzilor într-o localitate urbană trebuie să îndeplinească următoarele condiţii :

— să prezinte un nivel de iluminare corespunzător circulaţiei intense dintr-un oraş modern ;

— fără să devie orbitoare, să creeze o impresie agreabilă a unei bogăţii de lumină şi astfel instalaţia de iluminat să îmbunătăţească aspectul estetic al străzii respective atît în timpul zilei cît şi în timpul nopţii.

Pînă în jurul anului 1950 situaţia instalaţiilor pentru iluminatul străzilor din ţara noastră era cu totul nesatisfăcătoare atît din punct de vedere calitativ cît şi din cel al numărului de străzi iluminate. Această situaţie se datora faptului că între cele două războaie mondiale

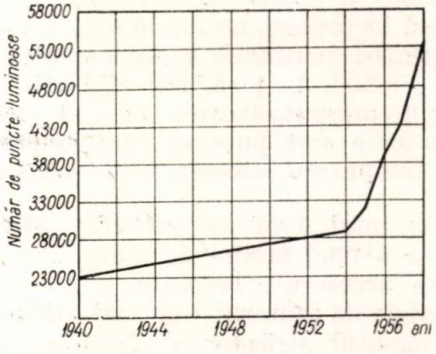


Fig. 1. Creşterea numărului de puncte luminoase în reţeaua de iluminatul străzilor din Bucureşti.

investiţiile în acest domeniu au fost foarte reduse şi în timpul celui de-al doilea război mondial a avut loc o degradare masivă a acestor instalaţii. În ultimii ani Departamentul Energiei Electrice a luat măsuri atît pentru extinderea instalaţiilor de iluminatul străzilor cît şi pentru îmbunătăţirea celor existente, tinzînd astfel la modernizarea aspectului oraşelor

*) Ing. *N. Gheorghiu* este conferenţiar al Institutului Politehnic din Bucureşti şi adjunct al ministrului Industriei Grele, şef al Departamentului Energiei Electrice.

1) Denumirea generică de „instalaţie de iluminatul străzilor se referă la instalaţiile de iluminatul străzilor, bulevardelor, şoselelor, pieţelor, parcurilor etc. Nu s-a folosit denumirea uzuală de „iluminat public" care poate fi considerată necorespunzătoare.

din R.P.R. În satele electrificate s-au realizat de asemenea, instalații de iluminat pe străzile principale. Pentru ilustrarea celor de mai sus se poate arăta că numărul de puncte luminoase din orașul București a crescut în ultimii 4 ani de la 29 041 la 532 828, adică cu 85% (fig. 1). O caracteristică importantă a dezvoltării acestor instalații este faptul că în același timp, tot la București, s-a reușit să se introducă automatizarea comenzii acestor instalații. Totuși nivelul de iluminare a străzilor în orașele țării noastre este în general scăzut, numărul punctelor luminoase fiind sub cel necesar. Astfel dacă se consideră pentru comparație un număr de 33 puncte luminoase pe kilometru și un consum de 10 W pe metru de stradă, valori corespunzătoare nivelului actual de iluminare din orașele cu circulație intensă, se constată că :

— în Capitală există circa 95% din numărul necesar de locuri de lampă, însă puterea consumată este de numai 54% din valorile care ar rezulta pentru indicii de mai sus

— pentru orașul Ploiești aceste cifre sînt de 73 % respectiv 34%

— multe alte orașe ale țării au valori și mai reduse.

Cifrele de mai sus arată că pe multe artere aparatele de iluminat sînt montate la distanțe prea mari, și cu lămpi de mică putere.

Din punct de vedere calitativ, instalațiile de iluminatul străzilor executate în ultimii ani corespund cerințelor arătate mai sus. Cîteva dintre acestea vor fi descrise în cele ce urmează.

2. Situația actuală în construcția instalațiilor pentru iluminatul străzilor

a) *Lămpi și aparate de iluminat.* În R.P.R. se fabrică în prezent numai lămpi cu incandescență pentru tensiunile nominale ale rețelelor existente uzuale în țară. Datorită atît calității uneori necorespunzătoare, cît și condițiilor grele în care sînt puse să funcționeze, viața acestor lămpi este adeseori sub valoarea normală.

Pentru anul 1959 se prevede intrarea în funcțiune a unei fabrici de lămpi fluorescente cu toate accesoriile necesare.

Aparatele de iluminat cele mai utilizate pentru iluminatul străzilor și fabricate în țară sînt acele de tipul C 300 pentru lămpi de 300 W și C 1 000 pentru lămpi de 500—1 000 W. Curba fotometrică a acestui aparat de iluminat este arătată în fig. 2. Aparatul are o distribuție simetrică a fluxului luminos și un randament de 79%. Este executat cu un reflector de tablă emailată și o apărătoare cilindrică din sticlă opală.

Afară de aparatele de iluminat descrise anterior se mai utilizează în instalațiile de iluminatul străzilor :

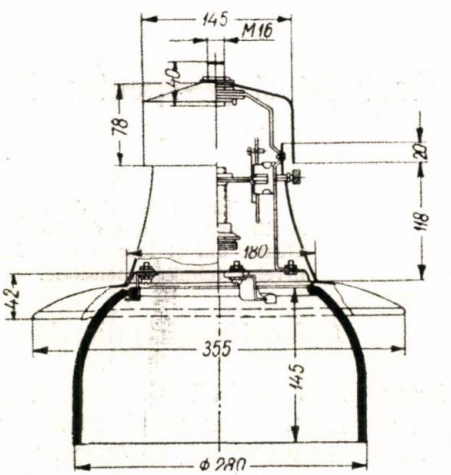
— aparatul tip Aa 100 STAS 803-55 cu repartiție simetrică a fluxului luminos pentru lămpi pînă la 100 W ; produce efect de orbire și este puțin indicat pentru iluminatul străzilor ;

— aparatul de iluminat tip B-200 STAS 803-55 a cărui construcție se aseamănă cu aceea a aparatelor C 300 și C 1 000 ;

— aparat de iluminat tip Mediaș, executat dintr-un reflector de tablă emailată în formă de cupă ; poate fi utilizat pentru lămpi pînă la 1 000 W ; aparatul produce strălucire directă mare și, deci, fenomemul de orbire ;

— glob tronconic pentru iluminatul parcurilor (se montează pe stîlpi de circa 4 m înălțime).

Afară de tipurile de aparate de iluminat enumerate, instalațiile existente sînt echipate



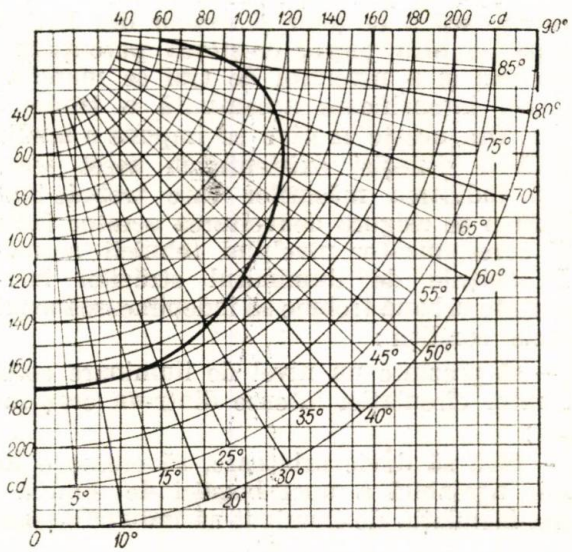
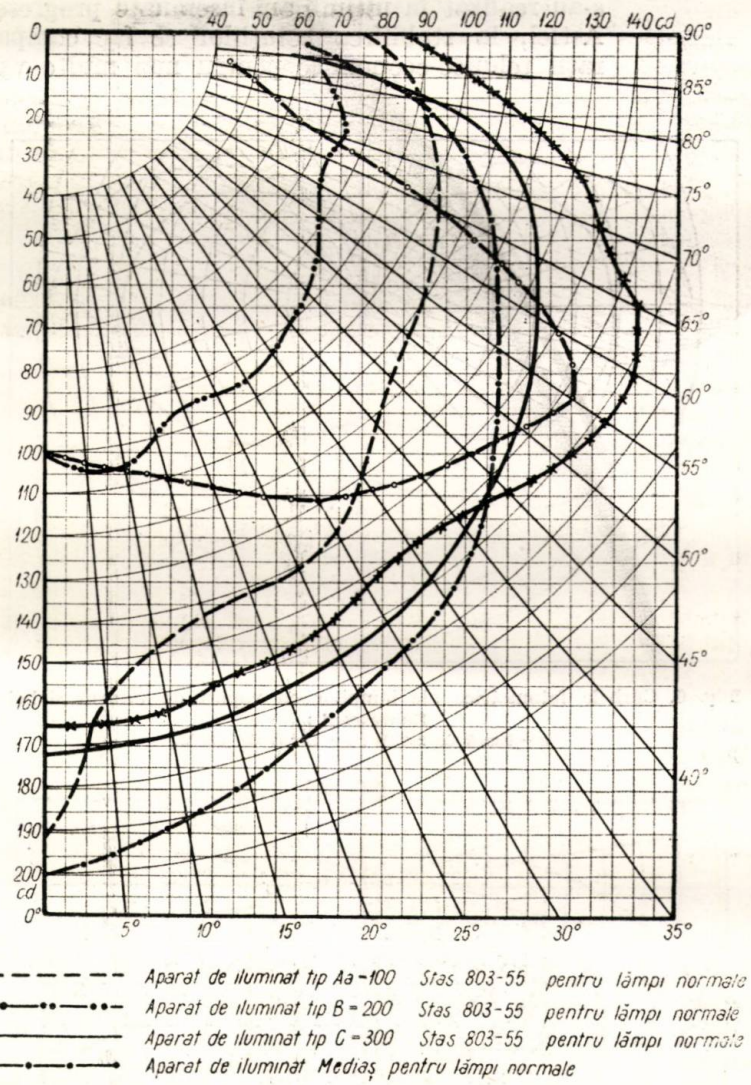


Fig. 2. Curba fotometrică a aparatului de iluminat C 300.

cu diferite alte tipuri, ca de exemplu : aparate cu reflector de sticlă argintată fabricat Zeiss, globuri Holophane, aparat L 31 (Siemens), L 32 (Siemens) etc. Pentru ilustrarea caracteristicilor luminotehnice ale cîtorva dintre apa-

ratele de iluminat citate mai sus se arată în fig. 3, curbele lor fotometrice.

Pentru iluminatul bulevardului 6 Martie s-au folosit aparate de iluminat fluorescente pentru 3 tuburi de 40 W. S-a ales tipul de aparat



Aparat de iluminat tip Aa-100 Stas 803-55 pentru lămpi normale
Aparat de iluminat tip B-200 Stas 803-55 pentru lămpi normale
Aparat de iluminat tip C-300 Stas 803-55 pentru lămpi normale
Aparat de iluminat Mediaş pentru lămpi normale
Aparat de iluminat L-32 Siemens pentru lămpi normale
Aparat de iluminat T 71300 AEG pentru lămpi fluorescente

Fig. 3. Comparaţie între curbele fotometrice ale cîtorva aparate de iluminat.

3 ori mai mare decît aceea a lămpilor cu incandescenţă de putere similară. Lămpile cu vapori de mercur sub presiune şi balon fluorescent pot fi utilizate în orice poziţie de funcţionare însă trebuie protejate de intemperii ţinînd seamă de temperatura de funcţionare ridicată. Ele au dezavantajul că în cazul unei întreruperi, restabilirea regimului normal durează cîteva minute. Drept accesoriu se foloseşte un transformator cu dispersie mare. Aspectul lămpii ca şi gabaritele transformatorului sînt arătate în fig. 5. Curbele fotometrice ale lămpilor sînt arătate în fig. 6, iar acele ale unui aparat de iluminat C 300 echipat cu astfel de lămpi sînt indicate în fig. 7. După cum se vede, forma curbei din fig. 7 este favorabilă pentru o instalaţie de iluminatul străzilor.

b) *Stîlpi.* În instalaţiile de iluminatul străzilor există o diversitate mare de tipuri de stîlpi : de fontă, din ţeavă tip Mannesmann, metalici cu zăbrele, din beton armat, de lemnete. Ţinînd seamă că laminatele de oţel (profile şi ţevi) reprezintă materiale deficitare, s-au luat măsuri pentru fabricarea de stîlpi

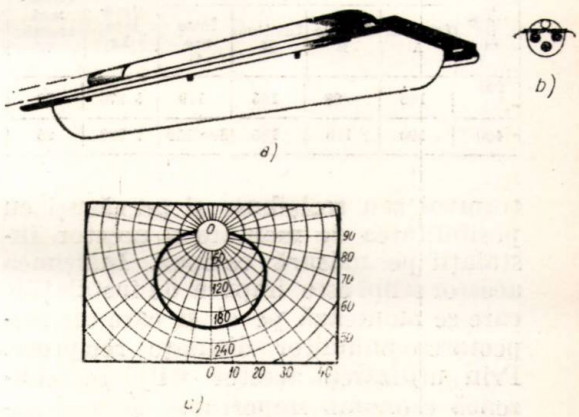


Fig. 4. Curba fotometrică a aparatelor de iluminat fluorescente montate pe B-dul 6 Martie.

Lungime 1 380 mm; lăţime 300 mm; înălţime 195 mm; greutate 11,6 kg. Curba fotometrică a lămpii fluorescente pentru un flux de 1 000 lumeni.

care se montează în prelungirea stîlpului de formă parabolică pentru a se obţine astfel o soluţie corespunzătoare din punct de vedere estetic. Aspectul şi curba fotometrică ale acestui aparat sînt arătate în fig. 4.

Starterele folosite sînt de tip „special" pentru a se putea asigura aprinderea lămpilor în cele mai grele condiţii de temperatură (−30°).

Pentru iluminatul Căii Victoriei s-au utilizat lămpi cu vapori de mercur sub presiune şi balon fluorescent de 250 şi 400 W. Fluxul luminos al acestor surse este 10 000 respectiv 18 000 lm, ele avînd deci o eficacitate luminoasă de circa

de beton armat vibrat şi centrifugat. Pentru instalaţiile de iluminatul străzilor se preferă stîlpii de beton armat centrifugat, datorită aspectului estetic şi calităţilor mai favorabile la transport şi montare.

În fig. 8 se prezintă cîteva tipuri de stîlpi de beton armat centrifugat, iar în tabela 1 caracteristicile lor principale.

Pentru fixarea aparatelor de iluminat, stîlpii sînt prevăzuţi cu diferite tipuri de braţe şi console, din metal sau beton.

În oraşele din R.P.R. s-au introdus pe scară largă stîlpi de beton armat centrifugat de folosinţă în comun.

Aceştia sînt dimensionaţi la sarcinile mecanice corespunzătoare reţelei de energie electrică, reţelei telefonice, de radioficare şi de

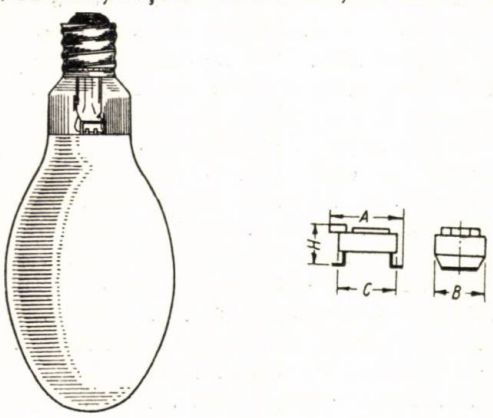


Fig. 5. Lampă cu vapori de mercur şi balon fluorescent împreună cu transformatorul de alimentare.

Caracteristicile lămpii

Puterea aparatului în W	Fluxul luminos W	Dimensiuni în mm		Soclul
		Diametrul mm	Lungimea mm	
250	10 000	90	222	E 40
400	18 000	118	282	E 40

Caracteristicile transformatorului

Puterea W	Dimensiuni în mm				Greutate kg	Consumul propriu W
	Lungime A	Lăţime B	Înălţime H	Între axe C		
250	163	88	105	129	5 370	30
400	190	126	105	89×159	7 300	25

tramvai sau troleibuse şi prevăzuţi cu posibilitatea de montare a acestor instalaţii pe măsură ce apar. Înălţimea acestor stîlpi este impusă de instalaţiile care se montează pe ei şi care cer respectarea anumitor distanţe reciproce. Prin utilizarea acestor stîlpi se realizează economii importante şi se degajează trotuarele arterelor de circulaţie de numeroasele instalaţii existente, acestea fiind concentrate pe stîlpii de folosinţă în comun. Un exemplu de arteră cu stîlpi de folosinţă în comun este arătat în fig. 9.

c) *Reţeaua electrică.* Industria electrotehnică din ţară satisface din punct de vedere cantitativ şi al sortimentelor necesităţile de cabluri, conductoare, izolatoare, cleme şi piese auxiliare pentru instalaţiile de iluminatul străzilor. Se folosesc în cea mai mare măsură cabluri şi conductoare de aluminiu. Ţinînd seamă de diferenţa apreciabilă de preţ între o linie în cablu şi o linie aeriană de joasă tensiune, se recomandă utilizarea de linii aeriene ori de cîte ori este posibil, cu respectarea condiţiilor estetice.

d) *Proiectarea instalaţiilor de iluminatul străzilor.* Pentru reţeaua Departamentului Energiei Electrice, proiectarea instalaţiilor de iluminatul străzilor se face de către serviciile de proiectare ale Intreprinderilor Regionale de Electricitate şi ISPE. În domeniul proiectării s-au realizat în ultimii ani însemnate progrese. Astfel, la stabilirea soluţiilor se fac comparaţii tehnico-economice pentru mai multe va-

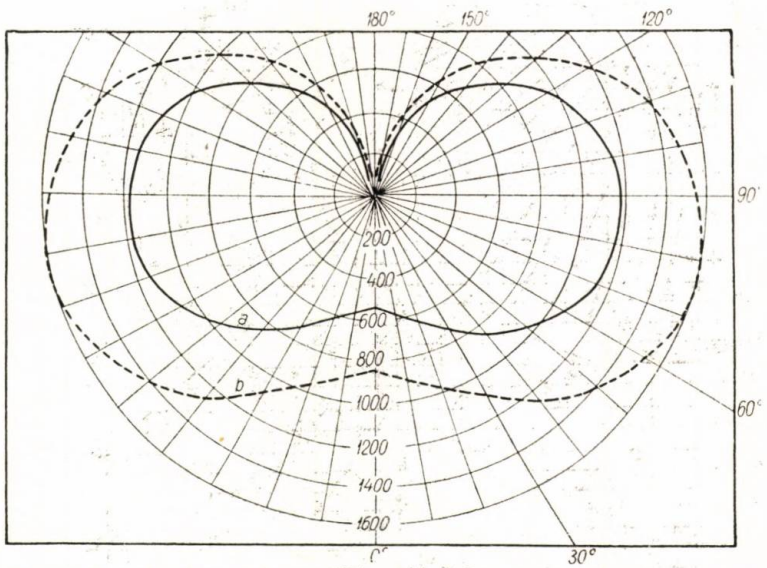


Fig. 6. Curbele fotometrice ale lămpilor cu vapori de mercur şi balon fluorescent :
a – lampă de 250 W; *b* – lampă de 400 W.

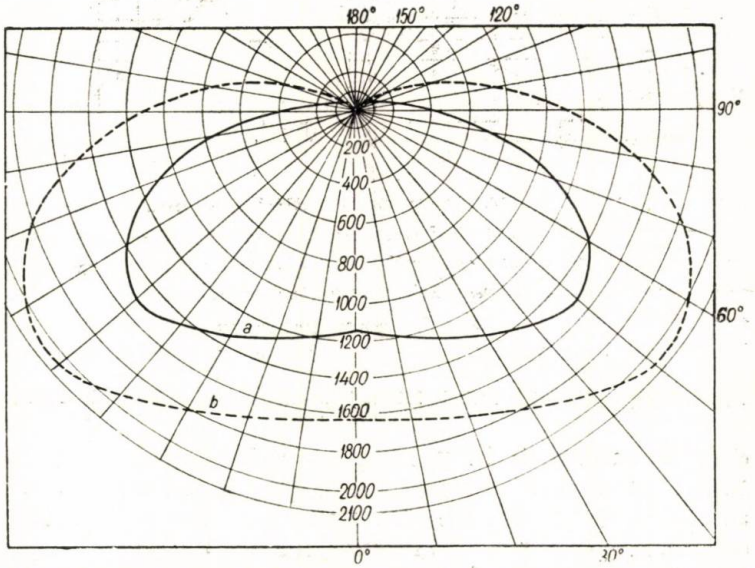


Fig. 7. Curbele fotometrice ale unui aparat de iluminat C 300 cu lămpi cu vapori de mercur şi balon fluorescent :
a – lampă de 250 W; *b* – lampă de 400 W.

riante, se realizează porţiuni experimentale de stradă cu variantele studiate, într-un cuvînt s-a căutat să se dea justificarea tehnico-ştiinţifică necesară proiectelor elaborate. Totuşi, lipsesc o serie de elemente care să permită proiectanţilor alegerea soluţiilor celor mai

corespunzătoare din punct de vedere tehnic și economic.

Proiectarea instalațiilor pentru iluminatul străzilor are la bază prescripția nr. 23 din 1955 care împarte orașele în patru categorii (după importanță) și clasifică străzile, fie după importanța lor (în acest caz iluminarea orizontală minimă variază între 4 și 0,2 lx), fie după numărul maxim de vehicule circulînd în timp de o oră (iluminarea prevăzută variind între 6 și 0,2 lx). Analizînd aceste valori, se constată că în R.P.R. nu există străzi în interiorul unui oraș care să se încadreze în necesarul unei iluminări de 6 lx, deoarece conform prescripțiilor de circulație existente, cifra de 3 000 vehicule pe oră necesară pentru justificarea unei asemenea iluminări nu poate fi practic atinsă (la lungimea medie de 4 m a unei mașini, la distanța reglementară de 10 m între ele și la viteza maximă admisă de 40 km/oră, rezultă că pe o stradă pot trece 3 000 de vehicule numai în cazul unei circulații neîntrerupte la această viteză). Din cele expuse rezultă deci că valoarea cea mai mare a iluminării minime admise de prescripțiile existente este de 4 lx la care corespunde o iluminare medie de 10 lx, pentru un factor de uniformitate de $\frac{1}{2,5}$. Aceste limite nu corespund necesităților unui oraș modern și trebuie ridicate mai ales o dată cu producerea aparatelor de iluminat fluorescente.

O altă cauză care frînează ridicarea nivelului tehnic al proiectării instalațiilor de iluminatul străzilor este insuficienta importanță care se acordă cercetărilor teoretice și experimentale privind materialele optice, sursele luminoase, aparatele de iluminat, caracteristicile învelișurilor străzilor, caracteristicile materialelor de construcție și instalațiile de iluminatul străzilor în ansamblu.

Ca o consecință a acestor lipsuri se constată că întreprinderile producătoare de lămpi cu incandescență nu pot garanta valorile fluxului luminos al acestor lămpi. De asemenea curbele fotometrice ale aparatelor de iluminat produse în țară prezintă diferențe relativ mari de

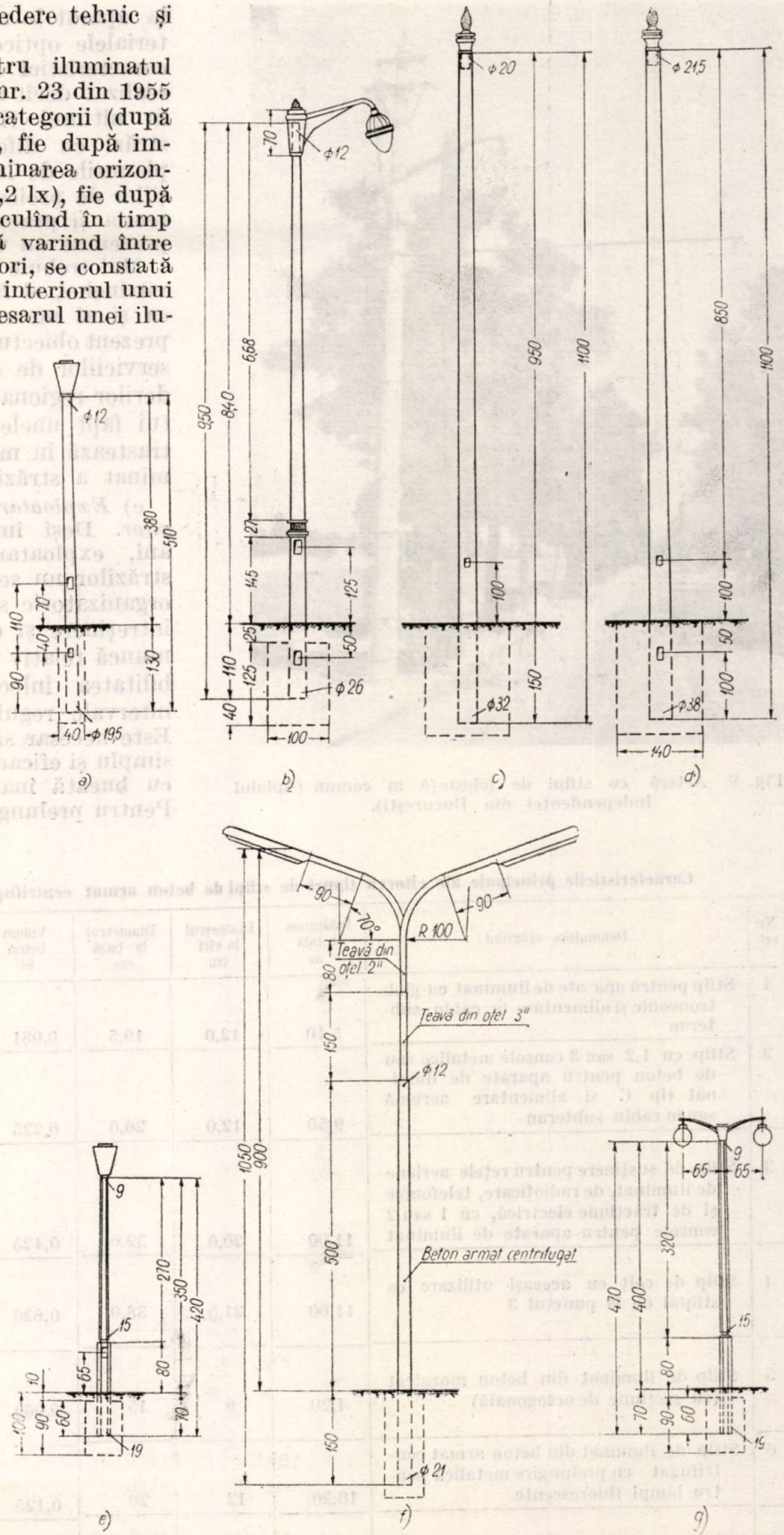


Fig. 8. Tipuri de stîlpi de beton armat centrifugat pentru rețele de iluminatul străzilor.

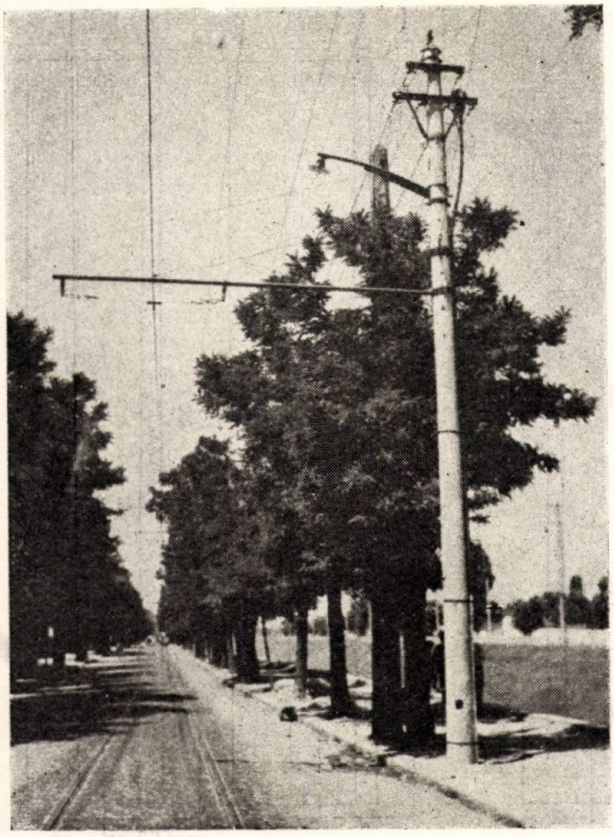


Fig. 9. Arteră cu stîlpi de folosinţă în comun (Splaiul Independenţei din Bucureşti).

la aparat la aparat, datorită faptului că materialele optice folosite nu sînt omogene şi cu caracteristici fotometrice constante. Nu s-au realizat decît într-o măsură foarte mică şi abia în ultimul timp porţiuni experimentale de străzi cu diferite instalaţii de iluminat. În planurile de lucru ale institutelor şi organizaţiilor de proiectări şi cercetări, studiile privind teoria şi practica iluminatului străzilor au reprezentat un volum neglijabil.

Mai trebuie arătat că problema iluminatului vitrinelor, al faţadelor clădirilor monumentale, ca şi al monumentelor, nu a format pînă în prezent obiectul unor serioase studii din partea serviciilor de studii şi proiectare ale întreprinderilor regionale de electricitate. Datorită acestui fapt unele vitrine necorect iluminate contrastează în mod neplăcut cu instalaţia de iluminat a străzii.

e) *Exploatarea instalaţiilor de iluminatul străzilor.* Deşi îmbunătăţită simţitor în ultimii ani, exploatarea instalaţiilor de iluminatul străzilor nu se face încă la un nivel tehnic şi organizatoric suficient de ridicat. Lucrările de întreţinere şi exploatare absorb încă forţe de muncă relativ numeroase. Nu s-a studiat posibilitatea înlocuirii lămpilor pe sectoare la intervale regulate, înainte de defectarea lor. Este necesar să se pună la punct un procedeu simplu şi eficace de verificare a lămpilor bucată cu bucată înainte de montarea lor în reţea. Pentru prelungirea duratei lămpilor şi îmbună-

Tabela 1

Caracteristicile principale ale citorva tipuri de stîlpi de beton armat centrifugat pentru iluminatul străzilor

Nr. crt.	Denumirea stîlpului	Înălţimea totală m	Diametrul la vîrf cm	Diametrul la bază cm	Volum beton m^3	Greutate oţel-beton kg.	Greutate totală kg.	Observaţii
1	Stîlp pentru aparate de iluminat cu glob tronconic şi alimentare în cablu subteran	5,10	12,0	19,5	0,081	30	215	
2	Stîlp cu 1,2 sau 3 console metalice sau de beton pentru aparate de iluminat tip C şi alimentare aeriană sau în cablu subteran	9,50	12,0	26,0	0,225	80	580	Volumul şi greutăţile exclusiv consolele.
3	Stîlp de susţinere pentru reţele aeriene de iluminat, de radioficare, telefonice şi de tracţiune electrică, cu 1 sau 2 console pentru aparate de iluminat	11,00	20,0	32,0	0,425	220	1120	Volumul şi greutăţile exclusiv consolele. Moment capabil la bază. 4 tm.
4	Stîlp de colţ cu aceeaşi utilizare ca stîlpul de la punctul 3	11,00	21,5	38,0	0,620	358	1640	Volumul şi greutăţile exclusiv consolele. Mom. la bază. 8 tm.
5	Stîlp de iluminat din beton mozaicat (cu secţiune de octogonală)	4,20	9	15	0,069	9	183	Executarea acestui stîlp este în curs de organizare
6	Stîlp de iluminat din beton armat centrifugat cu prelungire metalică pentru lămpi fluorescente	10,20	12	20	0,125	130	331	
7	Stîlp de iluminat din beton vibrat, mozaicat cu 2,3 sau 5 braţe, pentru iluminatul parcurilor	4,70	12	20	0,074	10	196	Executarea acestui stîlp este în curs de organizare

tăţirea efectului luminos, se impun măsuri de reglare a tensiunii care dau posibilitatea următoarelor operaţii : aprinderea lămpilor la tensiune scăzută, reducerea tensiunii după miezul nopţii, îmbunătăţirea nivelului de tensiune în reţea etc. Aparatele de reglare a tensiunii nu sînt complicate şi pot fi realizate cu mijloace proprii de către întreprinderile de electricitate.

O problemă importantă privind exploatarea instalaţiilor de iluminatul străzilor este comanda aprinderii şi stingerii lămpilor. În oraşele mari din ţară există instalaţii de comandă automată de la puncte de comandă centralizate pe sectoare. În oraşele mici se foloseşte metoda manuală de comandă a iluminatului străzilor, care a fost preluată de la instalaţiile de iluminat cu gaz sau cu felinare, cu deosebirea că de la un punct de aprindere se acţionează un grup de lămpi alimentate de la acelaşi circuit.

Dintre sistemele de comandă automată, cel mai utilizat este sistemul în cascadă. În forma cea mai simplă cascada se realizează prevăzînd fiecare circuit independent de iluminat cu un întreruptor automat (contactor) şi făcînd ca el să fie comandat prin tensiunea de la sfîrşitul circuitului din amonte al cascadei; în acest scop între ultimul aparat de iluminat al treptei din amonte şi primul aparat al circuitului din aval trebuie amenajat un circuit de legătură. Dacă lungimea acestui circuit de

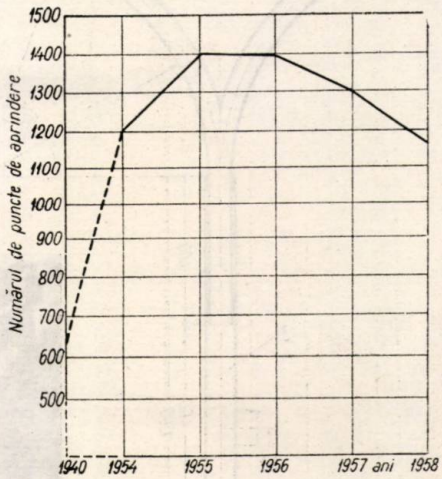
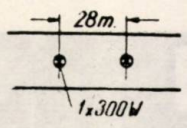
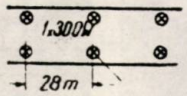
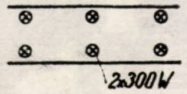
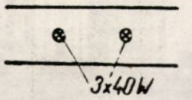
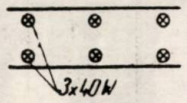
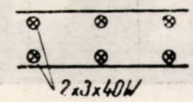


Fig. 10. Variaţia numărului punctelor centralizate sau singulare de aprindere în reţeaua oraşului Bucureşti.

Tabela 2

Caracteristicile luminotehnice ale variantelor studiate pentru iluminatul Bulevardului 6 Martie

Nr. crt.	Varianta studiată	Valorile calculate ale iluminărilor			Coeficient de uniformitate		Valoarea de calcul a puterii specifice W/mi	
		E_{min} lx	E_{med} lx	E_{max} lx	$\frac{E_{min}}{E_{med}}$	$\frac{E_{med}}{E_{max}}$		
1	Aparate în axul străzii; o lampă cu incandescenţă (1 x 300 W)	1,7	4	10	$\frac{1}{2,35}$	$\frac{1}{2,50}$	10,7	
2	Aparate pe stîlpi; lămpi cu incandescenţă (1 x 300 W)	2,7	6,56	17	$\frac{1}{2,42}$	$\frac{1}{2,6}$	21,4	
3	Aparate pe stîlpi; lămpi cu incandescenţă (2 x 300 W)	3,9	10,25	21	$\frac{1}{2,6}$	$\frac{1}{2,1}$	42,8	
4	Aparate în axul străzii; lămpi fluorescente (3 x 40 W)	2	5,45	13	$\frac{1}{2,7}$	$\frac{1}{2,4}$	4,8	
5	Aparate pe stîlpi; lămpi fluorescente (3 x 40 W)	2,3	7,7	16	$\frac{1}{3,35}$	$\frac{1}{2,1}$	9,6	
6	Aparate pe stîlpi; lămpi fluorescente montate la 60° (2x3x40W)	6,5	14,8	28	$\frac{1}{2,7}$	$\frac{1}{1,9}$	19,2	

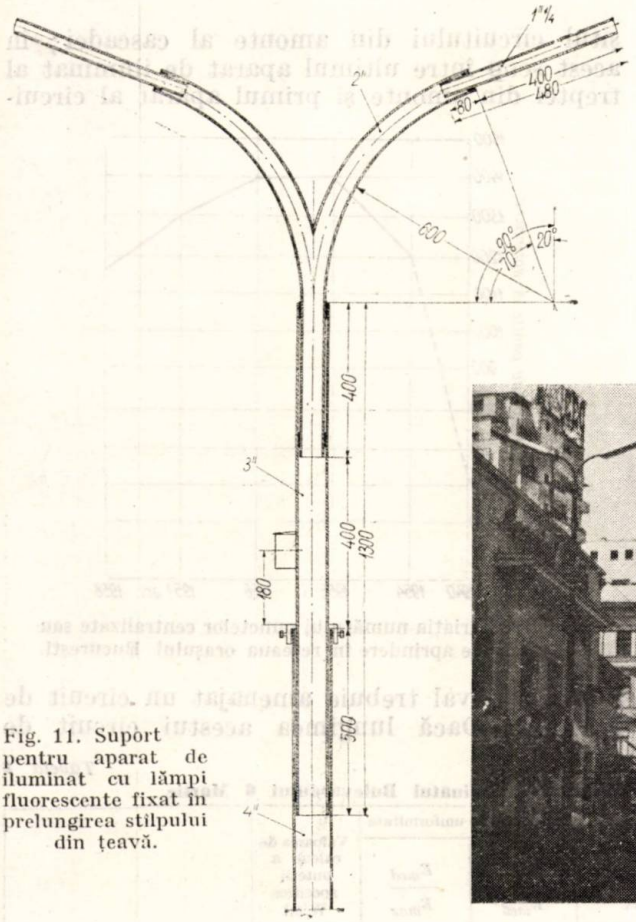


Fig. 11. Suport pentru aparat de iluminat cu lămpi fluorescente fixat în prelungirea stîlpului din țeavă.

legătură crește peste o anumită limită poate apare necesitatea micșorării curentului care-l străbate; în acest scop se folosesc diferite procedee ca relee intermediare, fire telefonice etc. Se recomandă ca o cascadă să nu conțină mai mult de 8—10 trepte, iar amenajarea lor este indicat să fie astfel făcută încît să permită semnalizarea efectuării comenzii, în special pentru străzile importante.

Prin extinderea sistemului de comandă în cascadă, s-a reușit să se reducă numărul lucrătorilor însărcinați cu aprinderea și stingerea

Fig. 12. Aspectul de zi al B-dului 6 Martie.

Fig. 13. Vedere a B-dului 6 Martie iluminat cu aparate fluorescente (noaptea).

Fig. 14. Montarea pe stîlpi a aparatelor de iluminat cu lămpi fluorescente.

lămpilor. Totuşi în multe oraşe şi localităţi numărul acestora este foarte ridicat. Pentru ilustrare, se prezintă în fig. 10, variaţia numărului punctelor centralizate sau singulare de aprindere în reţeaua oraşului Bucureşti. Este necesar pentru a se face un pas înainte ca sistemul de comandă în cascadă să fie combinat cu instalaţii de telecomandă centrală, care să permită aprinderea şi stingerea iluminatului dintr-unul sau cîteva puncte.

Sistemele de telecomandă utilizate sînt foarte numeroase. În ţară există în prezent o singură instalaţie de comandă complet centralizată şi anume în oraşul Cluj. Cele 24 puncte de aprindere existente în oraş sînt înzestrate cu relee de frecvenţă care comandă conectarea instalaţiilor de iluminat. Comanda se transmite prin patru circuite de fir pilot avînd fiecare legate în serie 4—7 puncte de aprindere. În punctul central (o staţie de transformare) există un generator de frecvenţă antrenat de un motor de curent continuu cu turaţie reglabilă (3 000 — 4 500 t/min). Aprinderea se face la frecvenţa de 200 Hz iar stingerea la 310 Hz, prin comanda unor întrerupătoare DITA. Sistemul are avantajul că permite utilizarea circuitelor de fir pilot şi pentru alte semnalizări; ca dezavantaje se pot cita:

— comanda se face prin comutarea succesivă a circuitelor de fir pilot pe generator şi nu poate fi deci realizată simultan pentru toate circuitele.

— nu permite o extindere prea mare a zonei de acţiune datorită puterii mici a generatorului de frecvenţă.

Datorită numeroaselor avantaje pe care le prezintă, sistemele de comandă centralizată trebuiesc introduse în toate oraşele ţării; în acest scop este necesară studierea acestei probleme căreia Intreprinderile Regionale de Electricitate trebuie să-i acorde atenţia cuvenită.

3. Cîteva instalaţii interesante de iluminatul străzilor realizate în R.P.R.

În unele oraşe ale ţării s-a pornit cu hotărîre la extinderea şi modernizarea reţelei de iluminat executîndu-se după cum s-a mai spus, lucrări calitativ superioare.

Astfel în Capitală, s-a realizat pe B-dul 6 Martie prima instalaţie de iluminat exterior cu lămpi fluorescente. Pentru adoptarea unei soluţii corespunzătoare din punct de vedere tehnic s-au studiat mai multe variante folosind aparate de iluminat cu lămpi cu incandescenţă şi cu lămpi fluorescente montate fie pe stîlpi fie în axul străzii. Caracteristicile luminotehnice ale variantelor studiate sînt redate în tabela 2.

Afară de rezultatele calculelor la alegerea soluţiei s-a ţinut seama de următoarele considerente:

a) bulevardul este relativ îngust (12,5 m) şi deci nu poate fi încărcat cu prea multe aparate de iluminat;

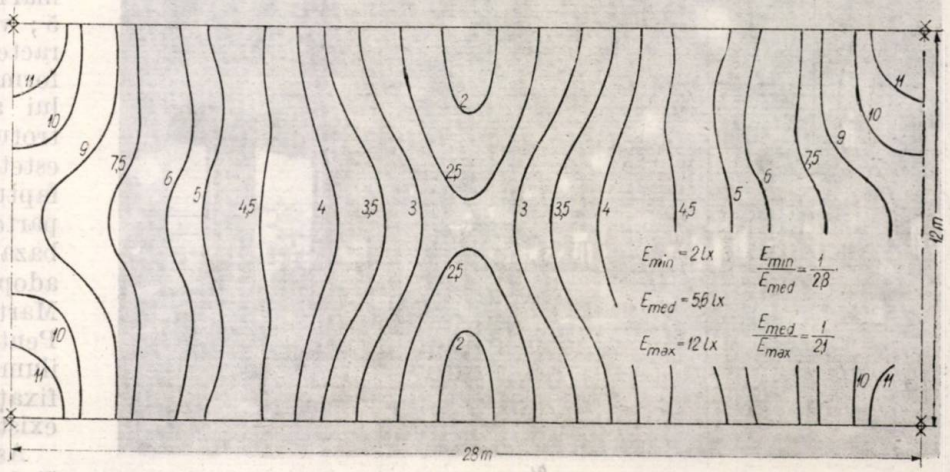


Fig. 15. Curbele izolux pe B-dul 6 Martie.

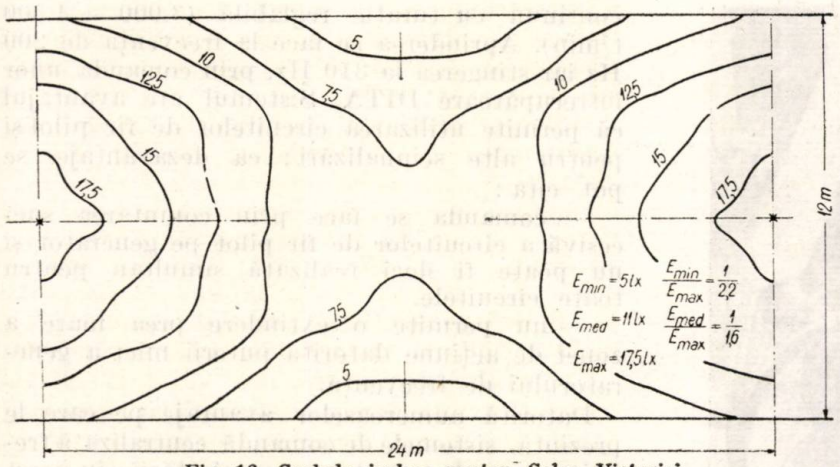


Fig. 16. Curbele izolux pentru Calea Victoriei.

a)

b)

Fig. 17. Aspecte ale Căii Victoriei : *a* – ziua ; *b* – noaptea.

b) pe o mare parte din bulevard există vitrine bine iluminate cu lămpi cu incandescență, care influențează asupra iluminatului exterior și impun deci realizarea unui nivel ridicat al iluminării bulevardului ;

c) bulevardul se încrucișează cu Piața Universității și cu Calea Victoriei care sînt bine iluminate ;

d) pentru toate variantele studiate s-au folosit stîlpii existenți din țeavă, amplasați la distanța medie de 28 m.

De la începutul proiectării s-a avut în vedere o variantă utilizînd lămpi fluorescente ; variantele studiate pentru lămpi cu incandescență au servit numai pentru comparație. Ținînd seamă de aspectul arhitectonic al bulevardului, s-au ales drept aparate de iluminat pentru lămpile fluorescente, tipurile care se montează de obicei în prelungirea stîlpilor de formă parabolică.

Pentru alegerea soluției s-au realizat pe acest bulevard porțiuni experimentale în variantele 5 și 6, (tabela 2) cum și într-o nouă variantă rezultînd din varianta 5 prin montarea înspre trotuar a cîte unui braț cu un aparat de iluminat pe fiecare stîlp. În general, s-a remarcat că toate variantele realizate experimental au dat satisfacție atît din punctul de vedere al iluminărilor, cît și din punctul de vedere al aspectului de zi. După cum se vede și din tabela 2, nivelul de iluminare al părții carosabile în varianta 6 este mai ridicat decît cel din varianta 5 ; varianta 5 modificată se caracterizează însă printr-o uniformitate mai bună a iluminatului atît pe stradă cît și pe trotuar, cum și printr-un aspect estetic mai favorabil, datorită faptului că sînt iluminate în parte și fațadele clădirilor. Pe baza acestor considerente s-a adoptat pentru bulevardul 6 Martie această ultimă variantă. Pentru montarea aparatelor de iluminat s-au proiectat suporți fixați în prelungirea stîlpilor existenți (fig. 11).

Aspectul de zi și de noapte al B-dului 6 Martie după realizarea

noilor instalaţii este redat în fig. 12, 13 şi 14. Caracteristicile luminotehnice sînt redate în fig. 16.

O altă realizare interesantă este montarea de lămpi cu vapori de mercur de înaltă presiune

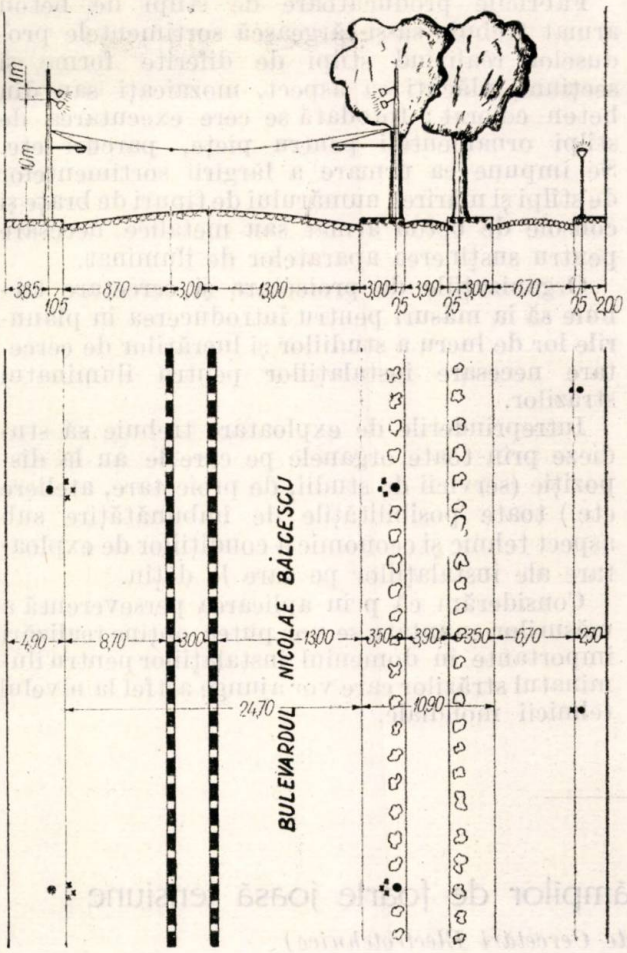


Fig. 18. Bulevardul Bălcescu pe porţiunea cu trei căi pentru autovehicule.

şi balon fluorescent pe o porţiune din Calea Victoriei. În acest fel iluminarea a fost substanţial îmbunătăţită faţă de situaţia existentă în care această stradă era iluminată cu aparate de iluminat cu oglindă de fabricaţie Zeiss. În fig. 7 se arată curba fotometrică a aparatelor de iluminat C 300 cu lampă cu vapori de mercur sub presiune şi balon fluorescent de 250 şi 400 W; curbele izolux ca şi valorile luminotehnice caracteristice sînt arătate în fig. 16. Aspectul de zi şi de noapte al acestei artere este arătat în fig. 17.

Pe o altă arteră principală a oraşului şi anume B-dele Bălcescu şi Magheru s-au realizat iluminări bune folosind aparate cu lămpi incandescente montate pe stîlpi de ambele părţi ale străzii. Cea mai mare parte din bulevard are o lăţime de 24,70 m, două căi de circulaţie pentru autovehicule iar în mijloc două căi de circulaţie pentru tramvai. O porţiune izolată a bulevardului are în plus faţă de rest încă o a treia cale pentru autovehicule, separată printr-o promenadă pentru pietoni plantată în parte cu pomi (fig. 18).

Stîlpii utilizaţi sînt metalici de tip Mannesmann, existenţi şi amplasaţi faţă în faţă la distanţa medie de 30 m.

Pe fiecare din stîlpi s-au montat cîte trei braţe ornamentale turnate din fontă (fig. 19); aparatele de iluminat sînt înclinate cu un unghi de 35° (cele două inferioare) respectiv 57° (aparatul superior). Calculul iluminării s-a realizat după o metodă originală românească.

Pe numeroase artere din Capitală şi ale oraşelor din provincie s-au realizat instalaţii pentru iluminatul străzilor, pieţelor şi parcurilor pe stîlpi de beton armat centrifugat, care satisfac în general cerinţele unei instalaţii moderne. În fig. 20 se arată spre exemplificare instalaţia de pe str. Ing. E. Pangrati din Capitală.

Din analiza sumară efectuată mai sus rezultă că în sectorul iluminatului străzilor, deşi s-au obţinut anumite succese, sînt încă multe de făcut. Astfel este necesar ca industria electrotehnică să pornească de îndată la lărgirea sortimentelor de aparate de iluminat producînd aparate cu flux dirijat, aparate pentru lămpi fluorescente, proiectoare cu distribuţie concentrată, aparate de iluminat pentru vitrine etc. Totodată trebuie efectuate lucrările necesare

Fig. 19. Vederea B-dului Bălcescu ziua.

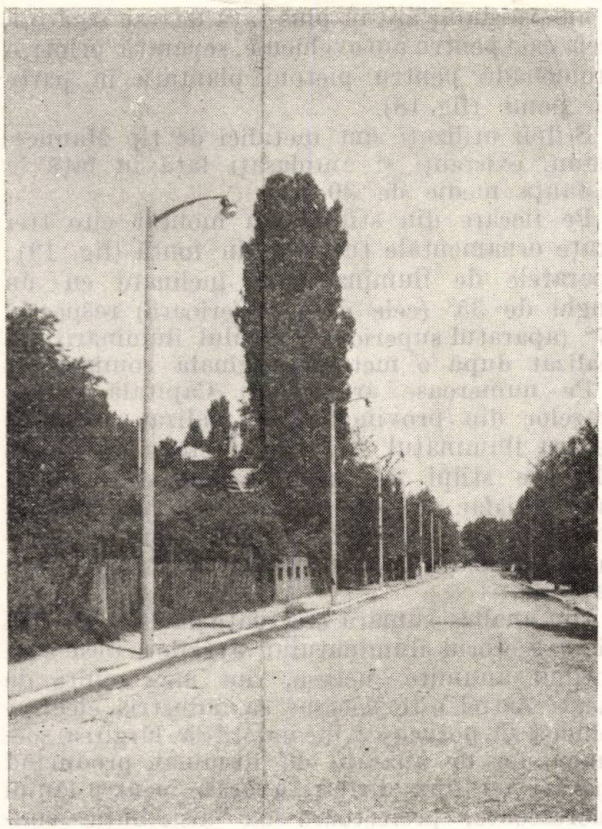


Fig. 20. Vederea străzii Ing. E. Pangrati ziua.

pentru îmbunătățirea eficacității luminoase a lămpilor care se produc, pentru remedierea calității materialelor optice ca și pentru producția de lămpi fluorescente de toate sortimentele.

Fabricile producătoare de stîlpi de beton armat trebuie să-și lărgească sortimentele produselor realizînd stîlpi de diferite forme și secțiuni, plăcuți ca aspect, mozaicați sau din beton colorat; totodată se cere executarea de stîlpi ornamentali pentru piețe, parcuri etc. Se impune ca urmare a lărgirii sortimentelor de stîlpi și mărirea numărului de tipuri de brațe și console de beton armat sau metalice necesare pentru susținerea aparatelor de iluminat.

Organizațiile de proiectare și cercetare trebuie să ia măsuri pentru introducerea în planurile lor de lucru a studiilor și lucrărilor de cercetare necesare instalațiilor pentru iluminatul străzilor.

Intreprinderile de exploatare trebuie să studieze prin toate organele pe care le au la dispoziție (servicii de studii, de proiectare, ateliere etc.) toate posibilitățile de îmbunătățire sub aspect tehnic și economic a condițiilor de exploatare ale instalațiilor pe care le dețin.

Considerăm că prin aplicarea perseverentă a măsurilor enunțate se vor putea obține realizări importante în domeniul instalațiilor pentru iluminatul străzilor care vor ajunge astfel la nivelul tehnicii mondiale.

Contribuții la calculul filamentului lămpilor de foarte joasă tensiune

(Comunicare din Institutul de Cercetări Electrotehnice)

AUREL AVRAMESCU — București*)

Dimensionarea lămpilor incandescente (și electronice) de foarte joasă tensiune întîmpină dificultăți, din cauză că răcirea prin suporți a filamentului nu se poate neglija și la anumite date electrice corespunde un singur cuplu de valori pentru lungimea și diametrul filamentului. Autorul a soluționat problema calculării filamentului pornind de la bilanțul energetic exact și rezolvînd ecuația diferențială neliniară a bilanțului printr-o metodă grafică și una analitică aproximativă. Dintr-o soluție analitică în serie se deduce o expresie trinomă deosebit de simplă pentru repartizarea temperaturii de-a lungul filamentului. Astfel dimensionarea acestui filament se poate fonda pe baze teoretice riguroase. Cîteva nomograme permit calculul imediat al parametrilor principali care intră în relațiile fundamentale.

CZ 621.326.7.032.321

1. Punerea problemei

Dimensionarea lămpilor incandescente normale și a tuburilor electronice cu filamente lungi se face în prezent pe baza unor metode consacrate, care au rezultat dintr-o serie lungă de cercetări teoretice și experimentale [1—4].

Ca bază se ia bilanțul de energie al lămpii. Se evaluează energia produsă de curentul electric în filamentul adus la incandescență, energia radiată de filament, cea reflectată de balonul de sticlă, energia calorică cedată de filament prin convecție gazului înconjurător, dacă există, și prin conductibilitatea suporților metalici, eventual a altor dispozitive în contact cu filamentul [1]. Din acest bilanț rezultă randamentul luminos, pierderile, cum și datele geometrice și electrice ale lămpii [2]. Eficacitatea luminoasă și, deci, fluxul luminos se poate și el predetermina dacă se ia în considerare repartizarea spectrală a energiei radiate. La lămpile normale cu tensiuni între 100 și 250 V tempe-

*) Prof. Dr-ing. A. *Avramescu* este membru corespondent al Academiei R.P.R.

ratura filamentului este aproape constantă pe întreaga lungime a lui. Numai la capete, aproape de joncţiunea cu suportul metalic, se produce o cădere apreciabilă a temperaturii, datorită efectului de răcire a suportului, de obicei mult mai masiv decît filamentul. De aceea acest efect de răcire se poate lua în considerare printr-o corecţie (de maximum 7%), care se aplică parametrilor termici şi de radiaţie [3].

La lămpile incandescente şi electronice de foarte joasă tensiune fenomenele sînt mai complicate decît în lămpile normale. Aceasta se explică prin faptul că temperatura filamentelor scurte variază între centru şi joncţiunea cu suportul pe toată lungimea. Deci efectul de răcire a suportului se simte mult mai departe decît la lămpile normale. Cum energia radiată variază cu puterea cincea a temperaturii nu se mai poate aplica o simplă corecţie pentru luarea în considerare a efectului de răcire al suporţilor, ci este neapărat necesar să se stabilească repartizarea temperaturii pe întregul filament. Pe de altă parte căldura eliminată de filament prin suporţi reprezintă o fracţiune importantă din energia dezvoltată de curentul electric de alimentare.

Prin natura lor, lămpile cu filamente alimentate sub tensiune foarte joasă au un randament luminos scăzut, deoarece, pe cînd în centrul filamentului nu se poate întrece o temperatură limită, spre margini temperatura scade mult. Temperatura maximă este limitată din cauza evaporării şi deci arderii filamentului, într-un timp dat. Dacă în acelaşi timp şi puterea lămpilor este redusă, randamentul luminos scade şi mai mult din cauză că filamentul este mai subţire şi efectul de răcire a suporţilor mai puternic.

Lămpi de foarte joasă tensiune se utilizează ca surse transportabile de lumină în mine, pe vehicule, la baterii de buzunar, la proiectoare, cît şi în aparate de telefonie şi radio ca lămpi de semnalizare, (de luminarea scalei) etc. Consumatorii indică, de obicei, tensiunea şi puterea electrică a lămpii. Fabricile trebuie deci să proiecteze şi să producă lămpi care să aibă în aceste condiţii o calitate cît mai bună, randament luminos cît mai ridicat, durată de viaţă dată, rezistenţă la vibraţii, volum şi preţ redus etc.

Industria de lămpi din ţara noastră şi din ţările socaliste, chemată a-şi îmbogăţi sortimentul şi calitatea produselor, are între altele sarcina de a livra promt aceste produse în condiţiile care se cer de către consumatori şi beneficiari.

O metodă simplă de calcul a filamentelor acestor lămpi ar fi de mare utilitate pentru fabricile noastre constructoare. În literatura de specialitate s-au publicat numai puţine lucrări care se referă la filamente scurte şi niciuna cu scopul expres de a servi la dimensionarea acestor lămpi plecînd de la anumite date.

Într-adevăr, numai trei lucrări, din cele a căror consultare ne-a fost posibilă, se referă la problema filamentelor scurte.

Într-o lucrare [5] apărută abia în 1935, I. Langmuir şi J. Taylor, doi cunoscuţi fizicieni, şi-au pus problema de a studia variaţia conductibilităţii termice a wolframului şi efectul de răcire a suporţilor asupra filamentelor la temperaturi relativ joase. Este vorba de temperaturi de aproximativ 400°K. Legătura cu apariţia catozilor relativ reci, cu oxizi alcalini, în lămpile electronice, pare evidentă. Lucrarea are un caracter general, dar obiectivul principal, după cum rezultă şi din titlu, este stabilirea variaţiei conductibilităţii termice şi a efectului de răcire a suporţilor în cazul unor filamente relativ reci.

Trecînd în revistă această lucrare, se pot face următoarele observaţii utile :

— problema matematică e bine să se aducă la formă adimensională ;

— calculul temperaturii filamentului se face în mod util plecînd de la temperatura suportului.

Din lucrare s-ar putea extrage unele formule, care după cuvenite transformări să fie utilizabile pentru problema noastră. Dezavantajul acestui procedeu este că metoda este complicată şi neaptă pentru a servi ca bază unor calcule practice de dimensionare a lămpilor de foarte joasă tensiune, cu atît mai mult cu cît în acestea apar diferenţe de temperaturi mult mai mari, pentru care nu s-au dedus formule mai simple. În fine, valoarea conductibilităţii termice la temperaturi joase este incertă, ea urmînd tocmai a fi dedusă.

Într-o serie de lucrări, care privesc calculul termocuplelor şi al instrumentelor termice în general, J. Fischer [6] a formulat numeroase probleme în care, făcînd apel la metodele teoriei analitice a căldurii, a dedus rezultate utile privind încălzirea firelor subţiri în aer. Diferenţele de temperatură nefiind prea mari, cedarea de căldură prin convecţie şi radiaţie se presupun a varia conform legii lui Newton, liniar cu supratemperatura. Mai mult decît atît, autorul propune să se întrebuinţeze o lege de cedare de o structură similară şi pentru joncţiunea a două fire sau corpuri metalice, considerînd că adesea cedarea nu este „perfectă", adică fluxul de căldură nu este conservativ. Aceasta ar însemna că ar putea să existe o sursă sau o cedare de căldură în însăşi joncţiune, ca în cazul contactelor. Întrucît astfel de consideraţii au o valabilitate pentru filamentele unor lămpi în vid, rămîne o problemă deschisă.

Într-o lucrare din 1939, Fischer [7] atacă problema încălzirii unor fire incandescente în vid, trecînd astfel la calculul repartizării în domeniul unor temperaturi mari, unde cedarea de căldură se face numai prin radiaţie.

Dacă se neglijează variația conductivității termice cu temperatura, ecuația diferențială a supratemperaturii se reduce la trei termeni și se integrează formal în funcție de semilungimea l a filamentului.

Integrala se poate calcula aplicînd metoda lui Simpson. Autorul ilustrează acest calcul pentru legea Stefan-Boltzmann, dar expresiile rezultate sînt foarte complicate. Reprezentarea lor grafică trebuie făcută cu I ca parametru spre a fi utilă.

În rezumat, autorul indică o soluție pentru integrarea ecuației diferențiale, dar face unele aproximații neadmisibile pentru filamente scurte din wolfram.

Țariev dă în cartea sa [4] indicații pentru calculul răcirii catodului prin suporți, dar tot sub formă de corecții ce urmează a se aduce temperaturii unui fir lung. Cu toate că pentru aceste calcule se dau unele tabele, stabilirea repartizării temperaturii rămîne complicată, se obține numai punct cu punct, iar parametrii de radiație și pierderi trebuie să fie deduși abia din aceste date. Metoda nu este în mod evident aptă pentru calcule practice de dimensionare în domeniul filamentelor scurte.

2. Formularea problemei teoretice

2.1. **Datele problemei.** Pentru a contura și restrînge problema de rezolvat, se vor lua în considerare numai lămpi de foarte joasă tensiune cu filament liniar, nespiralizat, în vid. În aceste condiții, cedarea de energie a filamentului nu poate avea loc decît prin radiație pe suprafața exterioară și prin conductibilitate față de suporți [8, 9].

În general, ca date de plecare se iau tensiunea U și puterea electrică P a lămpii, materialul filamentului W și a suportului Cu, sau un aliaj special de Cu-Ni. Parametri pentru wolfram se consideră cei dați în ultimele lucrări sovietice de specialitate [4].

Diametrul suporților se ia, de obicei, de 0,4 sau 0,5 mm 1, iar diametrele filamentelor se aleg după o scară anumită cu toleranțe date.

Pe baza acestor date, în cadrul unei lucrări de cercetare, autorul a stabilit o metodă de calcul pentru dimensionarea filamentelor de foarte joasă tensiune, în lămpi sau în tuburi electronice [10] care s-a verificat și pe cale experimentală. Dat fiind că această metodă pleacă de la legile fizice fundamentale [11], că ține seamă de variația reală a parametrilor de material cu temperatura, că face apel la deduceri matematice riguroase, chiar dacă ele sînt aproximative [12], că reușește a concretiza rezultatele în formule simple, ușor de înțeles și de aplicat, ea poate să intereseze îndeaproape fizicienii și inginerii proiectanți de lămpi. De aceea, după o scurtă expunere a principiului metodei, se vor da indicații practice în vederea aplicării ei pentru calculele mai complicate, construindu-se nomograme, care se prezintă aici pentru prima oară.

2.2. **Termenii bilanțului energetic.** Încălzirea filamentului prin curentul electric este dată cu o mare precizie de legea Lenz-Joule. *Energia dezvoltată de curent* în unitatea de timp este :

$$P = I^2 R = I^2 \rho \frac{4l}{\pi d^2} \qquad (1)$$

cu condiția ca acest curent I să fie uniform repartizat în secțiunea $s = \pi d^2/4$, ceea ce la filamente cu secțiuni mici și la frecvențe industriale este îndeplinit cu prisosință.

După cum se știe, *rezistivitatea* variază cu temperatura, dar nici decum proporțional, așa cum s-a presupus de Fischer, ci după o relație de tipul :

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{T}{T_0}\right)^n . \qquad (2)$$

Valoarea, în general adoptată pentru exponentul n, este 1,2 astfel, că dacă se presupune $T_0 = 2\,000°$ K, rezultă

$$\rho = 56{,}7 \cdot 10^{-6} \left(\frac{T}{2\,000}\right)^{1{,}2} . \qquad (3)$$

Într-adevăr, după tabelele din [4] la $T = 2\,000°$K $\rho_0 = 56{,}67$ $\mu\Omega$ cm. Variația cu temperatura a rezistivității este reprezentată în fig. 1, în domeniul de temperaturi de 500 — 3 000°K, după aceleași tabele. Panta dreptei respective în diagrama dublu logaritmică dă un exponent $n = 1{,}18$ la același ρ_0.

Este de observat că exponentul are tendința să crească proporțional cu temperatura fiind de circa 1,16 în intervalul 300 —1 000°K și de 1,20 în intervalul 2 000—3 000°K. Diferența fiind relativ mică se adoptă în general pentru calculele care urmează formula (3) în întregul domeniu de temperaturi. Toate datele de mai sus sînt valabile numai pentru fire de wolfram pur, termostabilizate, deoarece după trefilare metalul își mărește rezistivitatea la fel ca în cazul unui adaos de impurități. Prin recoacere în anumite condiții acest efect se poate anula.

Asupra valorii și funcției de temperatură a *conductibilității termice* λ a wolframului, cercetările încă nu au ajuns la concluzii definitive, mai ales în domeniul temperaturilor joase. Cele mai sigure date actuale sînt tabulate în cartea lui Țariev [4]. La 2 000°K $\lambda = 1{,}11$ iar la 2 400°K $\lambda = 1{,}19$ W/cm°. Variația cu temperatura a fost introdusă în fig. 1, din care rezultă în intervalul de 600—2 000°K o relație :

$$\lambda = \lambda_0 \left(\frac{T}{T_0}\right)^{0{,}37} . \qquad (4)$$

În general autorii calculează cu formula :

$$\lambda = \lambda_0 \left(\frac{T}{T_0}\right)^{0{,}4} . \qquad (5)$$

Se poate stabili o valoare λ_0' astfel încît în intervalul de temperatură considerat (5) să corespundă bine cu (4). Această valoare este $\lambda_0' = 1{,}11$. Într-adevăr se poate controla cu

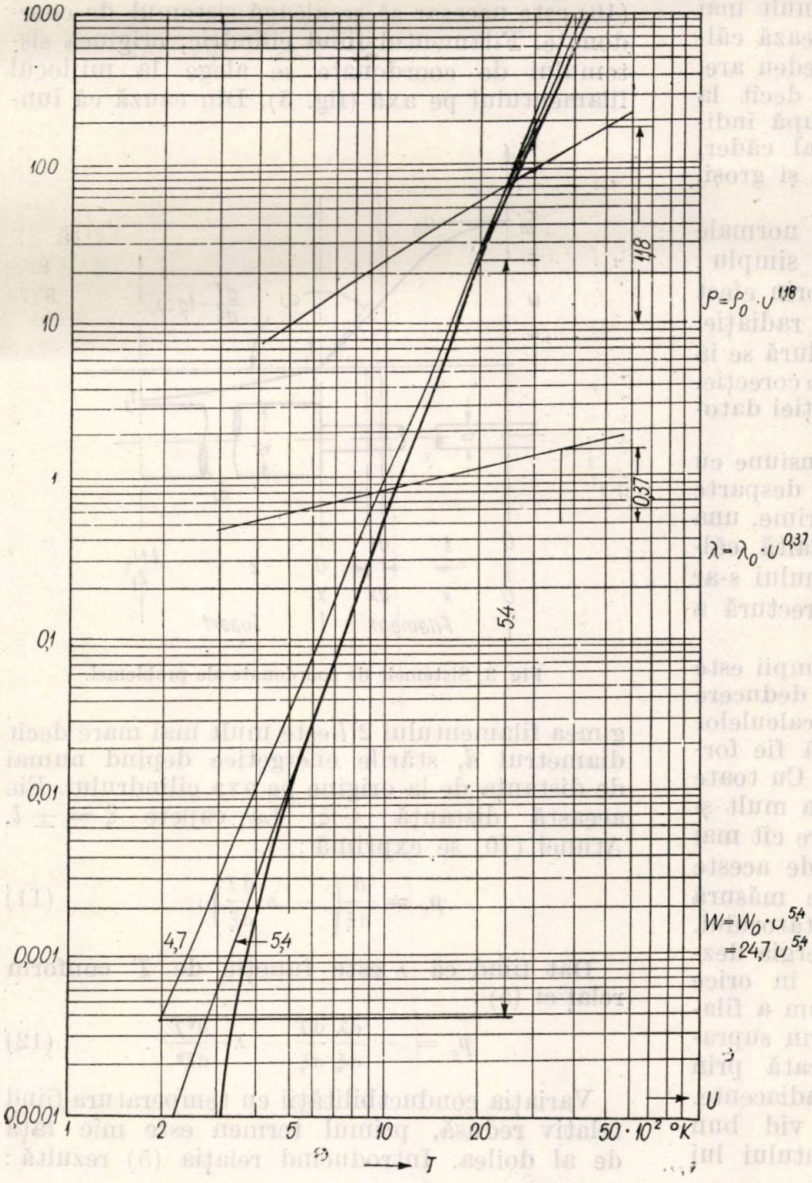


Fig. 1. Radiaţia specifică şi conductibilitatea wolframului după Ţariev.

ajutorul diagramei din fig. 2, care reprezintă variaţia cu temperatura la scară mai mare, că în intervalul 700—2 800°K, formula (5) dă valori foarte apropiate de cele constatate experimental.

Se ştie că legea lui Stefan şi Boltzmann reprezintă o primă aproximaţie la *puterea radiată* pe unitatea de suprafaţă. Se cunosc dificultăţile de a stabili exact atît coeficientul de radiaţie din formulă cît şi exponenţii temperaturii, care la temperaturi joase întrec nu numai valoarea 4, ci şi valoarea 5.

Măsurători exacte ale emisiunii specifice a wolframului la fire incandescente dau, după ultimele date ale lui Ţariev [4], variaţia exponentului m din legea lui Stefan-Boltzmann. Radiaţia specifică corespunzătoare s-a reprezentat în fig. 1 şi o cercetare întreprinsă în intervalul de temperaturi de 300—3 000°K a dat o formulă:

$$w = w_0 \left(\frac{T}{T_0}\right)^m = 24{,}04 \left(\frac{T}{2\,000}\right)^{5{,}4} \left[\frac{W}{cm^2}\right]. \quad (6)$$

Deci, în contrazicere cu calculele privind lămpile obişnuite, exponentul nu este $m = 4{,}7$ ca în intervalul 2 000—3 000°K, ci $m = 5{,}4$ incluzînd şi temperaturile joase. La $T = 2\,000$°K rezultă valoarea exactă din tabele. Dacă se cere ca să coincidă valoarea de la $T = 2\,400$°K care este $w = 57{,}7$ atunci trebuie să se considere $w_0 = 24{,}7$. Avînd în vedere intervalul larg de 300—3 000°K necesar pentru lămpi de foarte joasă tensiune, formula (6) dă rezultate mai apropiate de realitate.

Filamentul susţinut la cele două capete de către suporţi formaţi din fire din Cu de $d = 0{,}5$ mm sau dintr-un aliaj Cu-Ni de $d = 0{,}4$ mm, cedează o parte din căldura produsă de curent prin conductibilitate metalică suportului. Dacă se consideră fluxul de căldură conservativ, atunci căldura cedată de filament la un capăt pe unitatea de secţiune şi în unitatea de timp se poate scrie, după legea lui Fourier:

$$q_1 = -\lambda \operatorname{grad} T. \quad (7)$$

Atît pentru conductibilitatea λ cît şi pentru gradient se consideră valorile pe care le au la capătul filamentului. O lege similară este valabilă pentru căldura primită de către suport, egală cu cea de sus, numai

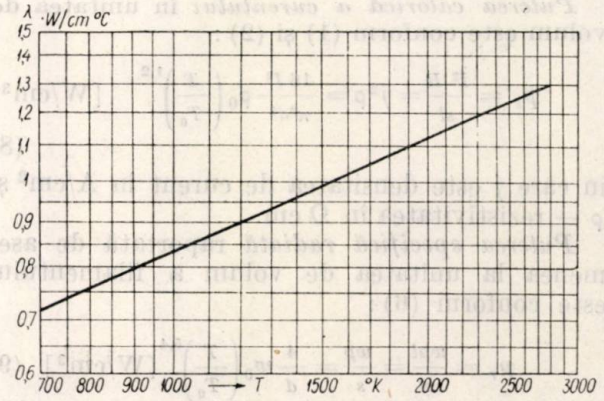


Fig. 2. Conductibilitatea termică: $\lambda, T = 700 - 2\,800$°K.

că λ şi gradientul se schimbă corespunzător materialului şi secţiunii suportului.

O posibilitate de a simplifica condiţia de frontieră la joncţiune este de a considera acolo o temperatură constantă. La suporţi scurţi şi groşi, încastraţi aproape în masele mult mai mari de sticlă ale balonului, care cedează căldură pe o suprafaţă mare, acest procedeu are, în orice caz, mai multă justificare decît la lămpile normale cu suporţi lungi. După indicaţiile lui Ţariev rezultă în general căderi mici de temperatură în suporţii scurţi şi groşi, aşa cum intervin la lămpi mici.

2.3. **Bilanţul energetic.** La lămpile normale în vid bilanţul energetic este foarte simplu : partea majoră a energiei dezvoltată prin efect Joule-Lenz în filament este emisă prin radiaţie. Răcirea la capete prin cedarea de căldură se ia în considerare la filamente lungi printr-o corecţie. De asemenea se corectează legea radiaţiei datorită reflexiei balonului.

În cazul lămpilor de foarte joasă tensiune cu filamente scurte energia curentului se desparte în două părţi de aceeaşi ordine de mărime, una reprezentînd energia radiată şi cealaltă căldura cedată la capete. Reflexia balonului s-ar putea lua în considerare printr-o corectură a energiei curentului.

În orice caz bilanţul energetic al lămpii este baza cea mai sigură pentru orice deducere teoretică, cu condiţia ca premizele calculelor adică relaţiile fizice fundamentale să fie formulate cît mai apropiate de realitate. Cu toate acestea, nevoia de a nu complica prea mult şi în mod inutil calculele cere o formulare cît mai simplă. Luarea atitudinii juste faţă de aceste condiţii antagoniste depinde în mare măsură de informaţiile şi de abilitatea cercetătorului.

Bilanţul energetic postulează că energia dezvoltată de curent în filament este în orice moment şi în oricare element de volum a filamentului egală cu puterea radiată prin suprafaţa exterioară şi puterea comunicată prin conductibilitate elementelor de volum adiacente. Dat fiind că filamentul se află în vid bun pierderile prin convecţie ale filamentului lui se neglijează.

Puterea calorică a curentului în unitatea de volum este conform (1) şi (2) :

$$p_s = \frac{I^2 R}{sl} = j^2 \rho = \frac{16 I^2}{\pi^2 d^4} \rho_0 \left(\frac{T}{T_0}\right)^{1,2} \quad [\mathrm{W/cm^3}] \tag{8}$$

în care j este densitatea de curent în $\mathrm{A/cm^2}$ şi ρ — rezistivitatea în Ω cm.

Puterea specifică radiată raportată de asemenea la unitatea de volum a filamentului este conform (6) :

$$p_r = \frac{wpl}{sl} = \frac{wp}{s} = \frac{4}{d} w_0 \left(\frac{T}{T_0}\right)^{5,4} [\mathrm{W/cm^3}] \tag{9}$$

unde p este perimetrul, în cm.

Puterea specifică cedată prin conductibilitatea elementelor adiacente este după Fourier :

$$p_c = \mathrm{div}\,(-\lambda\,\mathrm{grad}\,T). \tag{10}$$

Pentru a putea exprima explicit expresia (10) este necesar să se aleagă sistemul de coordonate. Filamentul fiind cilindric, originea sistemului de coordonate se alege la mijlocul filamentului pe axă (fig. 3). Din cauză că lungimea filamentului $2\,l$ este mult mai mare decît diametrul d, stările energetice depind numai de distanţa de la origine pe axa cilindrului. Fie această distanţă $\pm\,\xi$. La capete $\xi = \pm\,l$. Atunci (10) se exprimă :

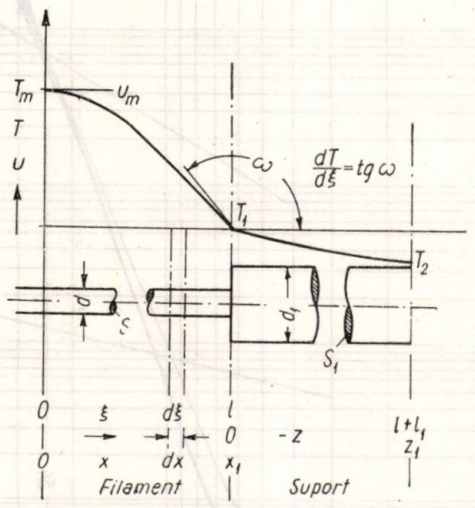


Fig. 3. Sistemele de coordonate ale problemei.

$$p_c = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\xi}\left(-\lambda \frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}\xi}\right). \tag{11}$$

Dat fiind că λ este funcţie de T conform relaţiei (5) :

$$p_c = -\frac{\mathrm{d}\lambda}{\mathrm{d}\xi}\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}\xi} - \lambda \frac{\mathrm{d}^2 T}{\mathrm{d}\xi^2}. \tag{12}$$

Variaţia conductbilităţii cu temperatura fiind relativ redusă, primul termen este mic faţă de al doilea. Introducînd relaţia (5) rezultă :

$$p_c = -\lambda_0' \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\xi}\left(\frac{T}{T_0}\right)^{0,4} - \lambda_0' \frac{\mathrm{d}^2 T}{\mathrm{d}\xi^2}\left(\frac{T}{T_0}\right)^{0,4}. \tag{13}$$

Legea energiei cere : $p_s = p_r + p_c$, adică :

$$j^2 \rho = w\frac{p}{s} + \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\xi}\left(-\lambda \frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}\xi}\right). \tag{14}$$

Pentru a obţine ecuaţia în T sînt de introdus funcţiile de temperatură ale parametrilor, conform relaţiilor (8), (9), (13).

În toate problemele de transmisie a căldurii se obişnuieşte a se elimina din ecuaţii toate dimensiunile deoarece relaţiile adimensionale reprezintă fondul fenomenelor indiferent de forma şi dimensiunile corpurilor considerate [11, 13].

Școala sovietică de sub conducerea Prof. Miheev a extins foarte mult această metodă, bazată pe teoria similitudinii, relațiile stabilindu-se nu între mărimi, ci între criterii adimensionale care reprezintă anumite combinații ale parametrilor problemei. Unul dintre cele mai importante avantaje ale acestei metode este reducerea parametrilor la minim în ecuațiile fundamentale.

Se alege ca lungime de referință l, adică jumătate din lungimea filamentului, dat fiind că fenomenele fiind simetrice față de origină, este suficient a se studia porțiunea de filament între $\xi = 0$ și $\xi = \pm l$. Temperatura de referință se alege, din motive care se vor clarifica în cele ce urmează, $T_0 = 2\,000°K$. Se introduc noile notații :

$$x = \frac{\xi}{l} \quad u = \frac{T}{T_0}, \tag{15}$$

pentru lungimea și temperatura numerică.

Bilanțul energetic (14) devine, ținînd seama de relațiile (8—13) :

$$j^2 \rho_0 u^{1,2} = \frac{4}{d} w u^{5,4} + \frac{\mathrm{d}}{l\,\mathrm{d}x}\left(-\lambda_0' u^{0,4} \frac{T_0}{l} \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x}\right) =$$

$$= \frac{4}{d} w u^{5,4} - \frac{\lambda_0' T_0}{l^2}\left\{0{,}4\, u^{-0,6} \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x} + u^{0,4} \frac{\mathrm{d}^2 u}{\mathrm{d}x^2}\right\}. \tag{16}$$

Sau împărțind prin $u^{0,4}\, \lambda_0' T_0/l^2$ și ordonînd

$$\frac{\mathrm{d}^2 u}{\mathrm{d}x^2} + \frac{0{,}4}{u} \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x} = \frac{4}{d} \frac{l^2}{\lambda_0' T_0} w_0 u^5 - \frac{j^2 \rho_0 l^2}{\lambda_0' T_0} u^{0,8}. \tag{17}$$

Se introduc două criterii ale parametrilor :

$$a = \frac{j^2 \rho_0 l^2}{\lambda_0' T_0} \tag{18}$$

$$b = \frac{4}{d} \frac{l^2 w_0}{\lambda_0' T_0}, \tag{19}$$

primul denumindu-se criteriul curentului, al doilea criteriul dimensiunilor. Astfel ecuația diferențială de rezolvat în condițiile date se poate scrie

$$\frac{\mathrm{d}^2 u}{\mathrm{d}x^2} + \frac{0{,}4}{u} \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x} = b u^5 - a u^{0,8}. \tag{20}$$

Ecuația este de gradul doi, neliniară. Soluția ei conține două constante arbitrare care se determină din condițiile la frontieră. Principiul suprapunerii soluțiilor nu se poate aplica.

Ținînd seama de notațiile (15) condiția de simetrie față de centru se scrie :

$$\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}\xi} = 0 \text{ la } \xi = 0\,; \quad \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x} = 0 \text{ la } x = 0. \tag{21}$$

Conservarea fluxului de căldură la capătul filamentului :

$$-\lambda \frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}\xi} = -\lambda_1 \frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}\xi} \text{ la } \xi = \pm l \tag{22}$$

se scrie cu noile notații

$$-\lambda_0' \frac{s}{l} T_0 u_1^{0,4} \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x} = -\lambda_1 \frac{s_1}{l_1} T_0 \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x} \text{ la } x = \pm 1. \tag{23}$$

În fine temperatura la centru neputînd a întrece o limită, care se fixează în condițiile fabricației la $T_m = 2\,400°K$, condiția respectivă se scrie

$$T = T_m \text{ la } \xi = 0,\ u = u_m = 1{,}2 \text{ la } x = 0. \tag{24}$$

La capete temperatura se poate în anumite condiții considera constantă :

$$T = T_1 \text{ la } \xi = \pm l\,;\ u = u_1 \text{ la } x = \pm 1. \tag{25}$$

Acestea pot fi în general condițiile impuse.

3. Două aproximări ale soluției

3.1. **Soluția aproximativă grafică.** După cum s-a observat la punctul *2.2* o primă aproximație pentru rezolvarea problemei ar fi neluarea în considerație a variației conductibilității termice cu temperatura. Se va face această aproximație spre a se ușura introducerea în calculele de integrare a ecuației diferențiale, urmînd a se deduce apoi și soluția pentru problema exactă.

Dacă $\lambda = \text{const.}$ atunci dispare termenul al doilea în ecuația de bază (20) și rămîne

$$\frac{\mathrm{d}^2 u}{\mathrm{d}x^2} = b u^5 - a u^{0,8}. \tag{26}$$

Notînd $\mathrm{d}u/\mathrm{d}x = y\,(u)$ și rotunjind exponentul 0,8 la 1, ecuația devine

$$y \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}u} = f(u) \equiv b u^5 - a u. \tag{27}$$

Variabilele se separă : $y\,\mathrm{d}y = f(u)\,\mathrm{d}u$ și o primă integrare dă :

$$\frac{1}{2} y^2 = \int f(u)\,\mathrm{d}u = \frac{b}{6} u^6 - \frac{a}{2} u^2 + \frac{C_1}{2}$$

C_1 fiind o constantă de integrare.

Urmează că :

$$y = -\sqrt{\frac{b}{3} u^6 - a u^2 + C_1}. \tag{28}$$

Semnul negativ este necesar, curba de temperatură descrescînd. Dat fiind că $\mathrm{d}u/y = \mathrm{d}x$, din noua integrare rezultă :

$$x = -\int \frac{\mathrm{d}u}{\sqrt{\frac{b}{3} u^6 - a u^2 + C_1}} + C_2. \tag{29}$$

Integrala este de tip eliptic și nu se poate calcula explicit. Pentru determinarea constantelor se presupun următoarele condiții simple :

$$\text{la } x = 0 \quad u = u_m,\ u' = 0. \tag{30}$$

Din a doua rezultă

$$C_1 = -\frac{b}{3}u_m^6 + au_m^2$$

și (28) devine

$$\frac{du}{dx} = \sqrt{a(u_m^2 - u^2) - \frac{b}{3}(u_m^6 - u^6)}.$$

Prima condiție face integrantul în (29) să apară sub forma nedefinită 0/0. Aplicînd regula lui Hospital se constată că valoarea la limită este chiar 0, deci $C_1 = 0$. Astfel (29) devine datorită condiției (30):

$$\int_0^x dx = -\int_{u_m}^{u} \frac{du}{f(u)}$$

sau

$$x = \int_u^{u_m} \frac{du}{\sqrt{a(u_m^2 - u^2) - \frac{b}{3}(u_m^6 - u^6)}}. \quad (31)$$

Explicitarea integralei nu este posibilă, dar curbele de temperatură se pot obține prin integrare grafică. Este însă de remarcat că în apropierea punctului $u = u_m$ curba $1/f(u)$ tinde asimptotic la ordonata $u = u_m$, integrala neputîndu-se calcula în acest domeniu decît prin trecere la limită [12].

Avînd în vedere că radicalul în soluția (31) trebuie să rămînă real, aplicînd regula lui Hospital, rezultă condiția

$$2au_m - \frac{5}{3}bu_m^5 > 0$$

$$a > \frac{5}{6}bu_m^4 \quad (32)$$

ceea ce corespunde fizic condiției ca energia sursei să fie mai mare decît cea radiată.

Deoarece $u_m > u$, condiția se poate reduce practic la

$$a > \frac{5b}{6}u_m^4 \quad \text{sau} \quad a > bu_m^4. \quad (33)$$

În cazul cînd în ecuația diferențială (27) se păstrează exponentul 0,8 atunci soluția (31) devine:

$$x = \int_u^{u_m} \frac{du}{\sqrt{\frac{a}{0,9}(u_m^{1,8} - u^{1,8}) - \frac{b}{3}(u_m^6 - u^6)}} \quad (34)$$

iar condiția (33)

$$a > bu_m^{4,2}.$$

Exemple de calcul. Formula (34) a fost utilizată spre a calcula repartizarea temperaturii filamentelor în cîteva cazuri. S-a presupus $u_m = 1,2$ deci $T_m = 2\,400°K$, $d = 5.10^{-3}$ cm și $l = 0,3$ cm. Atunci rezultă:

$$b = \frac{4}{d}\frac{l^2 w_0}{\lambda_0' T_0} = 0,8$$

și (32) condiționează $a > 1,73$. Se alege după cîteva încercări $a = 2,13$, ceea ce corespunde la $I = 0,6$ A. S-a calculat grafic integrala (31) și a rezultat

$$\int_0^{u_m} \frac{du}{f(u)} = 1,68.$$

La $x = 1$ se obține $u_1 = 0,88$ și $T_1 = 1760°K$ ceea ce înseamnă că acest capăt este foarte cald.

Scăderea temperaturii la joncțiune se obține, cu tot paradoxul aparent, majorînd curentul; u_m fiind constant, răcirea mai eficace la capete permite majorarea curentului.

Încercînd cu $I = 0,7$ A, adică $a = 2,91$, integrarea grafică dă 1,3 și la $x = 1$, $u_1 = 0,54$, deci $T_1 = 1\,080°K$. În fine, cînd $I = 0,73$ A, $a = 3,15$, integrala are valoarea 1,15 și la

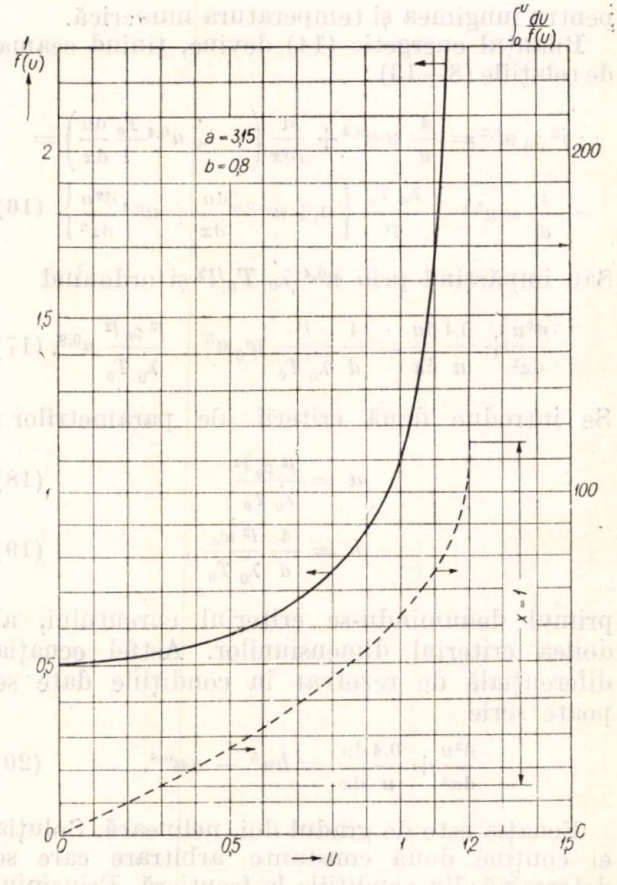


Fig. 4. Calculul repartizării temperaturii u prin integrare grafică; $a = 3,15$, $b = 0,8$.

$x = 1, u = 0,3$ și $T_1 = 600°K$, ceea ce este satisfăcător. Pentru acest din urmă caz se dă reprezentarea grafică corespunzătoare (fig. 4).

3.4. **Discuția rezultatelor.** Examinînd critic rezolvarea dată la punctul precedent problemei, se poate remarca înainte de toate că s-a făcut o aproximație prealabilă în ecuația diferențială de bază (20), considerîndu-se $\lambda = \text{const.}$

Chiar dacă se ia în intervalul respectiv media integrată a valorii λ, după formula lui Nusselt :

$$\lambda_0 = \frac{1}{T_m - T_1}\int_{T_1}^{T_m} \lambda(T)\,dT, \qquad (35)$$

nu se pot obține decît aproximații la curbele reale de repartizare a temperaturii, iar deviații de la aceste curbe influențează mult rezultatele din cauza exponenților mari ai temperaturii în expresiile fundamentale.

Apoi, afară de dezavantajul unei integrări grafice, sau urmînd propunerea lui Fischer — a unei integrări după regula lui Simpson — intervine comportarea asimptotică a integrandului în apropiere de centru, ceea ce reduce precizia rezultatelor, pe care le influențează în totalitatea lor. Este nevoie în consecință de schimbări ale variabilelor spre a se evita această dificultate. Pe de altă parte integrala este de formă complicată și efectuarea ei cere calcule numerice lungi. Se impune deci găsirea unei soluții care să evite aceste dezavantaje.

3.2. **O soluție aproximativă analitică.** Principiul metodei lui Picard pentru rezolvarea ecuațiilor diferențiale nelineare de ordinul întîi, la care s-a făcut apel de către autor [10], se poate rezuma în felul următor :

Dacă ecuația se poate pune sub forma :

$$\frac{dy}{dx} = f(x,y) \qquad (36)$$

atunci din integrarea între o limită fixă x_1 și una arbitrară x a ambilor termeni, rezultă :

$$y(x) - y(x_1) = \int_{x_1}^{x} f(\xi,y)\,d\xi,$$

deci

$$y(x) = y(x_1) + \int_{x_1}^{x} f(\xi,y)\,d\xi. \qquad (37)$$

Ca primă aproximație se alege $y(x_1) = y_1$ o constantă și se înlocuiește în ecuația diferențială, obținînd din aceasta a doua aproximație, care se tratează la fel. Prin iterații succesive se obține o soluție care se apropie de cea reală cu o eroare admisibilă.

Pentru aplicarea metodei s-a considerat ecuația de bază (20) scrisă sub forma

$$u'' = bu^5 - au^{0,8} - 0,4\,\frac{u'}{u}, \qquad (38)$$

cu condițiile simple :

$$u(0) = u_m = \text{const.} \qquad (39)$$
$$u'(0) = 0.$$

Se introduce notația

$$\left.\begin{aligned} y &= 1 - \frac{u}{u_m}, \quad u = u_m(1-y) \\ y' &= -\frac{u'}{u_m} \quad y'' = -\frac{u''}{u_m} \end{aligned}\right\} \qquad (40)$$

cu avantajul $y(o) = y'(0) = 0$ și ecuația (38) devine :

$$y'' = au_m^{-0,2}(1-y)^{0,8} - bu_m^4(1-y)^5 - \frac{0,4}{u_m}\frac{y'}{1-y}. \qquad (41)$$

Se mai notează $y' = v$

$$v' = au_m^{-0,2}(1-y)^{0,8} - bu_m^4(1-y)^5 - \frac{0,4}{u_m}\frac{v}{1-y} \qquad (42)$$

Prima iterație : $y_0 = 0$, $v_0 = 0$. Introducînd în ecuație și aplicînd formula (37) la (42) :

$$v_1 = \int_0^x 2\delta\,d\xi = 2\delta x, \qquad (43)$$

unde s-a notat în mod util

$$2\delta = au_m^{-0,2} - bu_m^4. \qquad (44)$$

Integrînd din nou se obține :

$$y_1 = y(0) + \int_0^x v_1 d\xi = 2\delta\int_0^x \xi d\xi = \delta x^2. \qquad (45)$$

Această formă simplă a soluției condiționează $0 < \delta < 1$ pentru $u_m > 4$. Se va vedea că această condiție se menține și la soluții mai complicate.

A doua iterație dă

$$y_2 = \delta x^2(1 - \varepsilon x^2 - \delta\zeta x^4) - \frac{0,4}{u_m}\varphi(x,\delta) \qquad (46)$$

cu notațiile

$$\varepsilon = \frac{1}{3,4}(0,8\,au_m^{-0,2} - 5\,bu_m^4),$$

$$\zeta = \frac{1}{5,6}(0,08\,au_m^{-0,2} + 10\,bu_m^4) \qquad (47)$$

$$\varphi(x,\delta) = \int_0^x \ln\frac{1}{1-\delta x^2}\,dx = -\int_0^x \ln(1-\delta x^2)\,dx$$

Din prima iterație $y_1 = \delta x^2$ rezultă

$$u = u_m(1 - \delta x^2)$$

o expresie care verifică numai aproximativ (în primul termen) ecuația diferențială. Soluția (46) verifică ecuația (41) cu o aproximație mai bună. Totodată este clar că soluția (46) satisface condițiilor la limită, deoarece atît y_2 cît și y_2' se anulează în origină.

Expresia convertită a acestei soluții aproximative este :

$$\frac{u}{u_m} = 1 - \delta x^2(1 - \varepsilon x^2 + \delta\zeta x^4) + \frac{0,4}{u_m}\varphi(x,\delta). \qquad (48)$$

Parametrul δ, funcție de u_m, a și b, dată de (44) și limitat $0 < \delta < 1$, joacă în toate soluțiile un rol foarte important. El urmează a se studia în detaliu mai jos. Valoarea ε dată de (47) este și ea practic limitată la valori $-1 < \varepsilon < 0,3$. Faptul că se poate anula și

că poate lua valori negative este important şi util pentru deducerea unei soluţii simplificate. Funcţia $\varphi(x,\delta)$ este şi ea încadrată $0 < \varphi < 1$ şi se poate calcula separat.

Foarte importante sînt valorile pe care temperatura numerică le ia la capetele filamentului, unde $x = 1$.

$$\frac{u_1}{u_m} = 1 - \delta(1 - \varepsilon + \delta\zeta) + \frac{0{,}4}{u_m}\varphi(1,\delta). \quad (49)$$

Aceasta este o funcţie care depinde esenţial de parametrul δ.

Gradientul de temperatură este dat de-a lungul firului de:

$$\frac{u'}{u_m} = -2\delta x + 4\delta\varepsilon x^3 + 6\delta^2\zeta x^5 + \frac{0{,}4}{u_m}\varphi' \quad (50)$$

şi la capete

$$\left(\frac{u'}{u_m}\right)_1 = -2\delta + 4\delta\varepsilon + 6\delta^2\zeta + \frac{0{,}4}{u_m}\varphi_1'. \quad (51)$$

Ambele sînt de asemenea funcţii de parametrul δ.

Soluţiile obţinute cu ajutorul metodei lui Picard au dezavantajul de a se prezenta sub formă de serii sau în orice caz cel puţin sub formă trinomă. De aceea calcularea puterilor fracţionare a acestor expresii va întîmpina dificultăţi de calcul. Dar din structura aproximaţiei a doua (şi a treia) reiese că y_2 trebuie să aibă cel puţin doi termeni, deci u cel puţin trei. În orice caz aceste soluţii permit, după cum se va vedea, calculul analitic al comportării filamentului în toate amănuntele.

3.3. **Stabilirea unei soluţii practice.** Pentru calcule practice de dimensionare se simte lipsa unor formule simple care să dea repartizarea de temperatură, parametri geometrici şi electrici, bilanţul energetic total, randamentele, pierderile specifice şi eficacitatea luminoasă.

Ca punct de plecare pentru stabilirea unei astfel de formule luăm aproximaţia a doua (48) a temperaturii numerice. Se constată dintr-o examinare mai atentă că în cazul cînd $\varepsilon < 0$, ceea ce intervine destul de des, termenii în ε şi în φ au semne contrarii şi deci se compensează parţial. Funcţia φ se poate dezvolta într-o serie. Pentru $\delta x^2 < 1$ este valabilă desvoltarea

$$\varphi' = \ln\frac{1}{1-\delta x^2} = -\ln(1-\delta x^2) =$$

$$= \delta x^2 + \frac{1}{2}\delta^2 x^4 + \frac{1}{3}\delta^3 x^6 + \ldots$$

$$\varphi = \int_0^x \frac{dx}{\ln(1-\delta x^2)} = \frac{\delta x^3}{1\cdot 3} + \frac{\delta^2 x^5}{2\cdot 5} + \frac{\delta^3 x^7}{3\cdot 7} + \ldots \quad (52)$$

Astfel soluţia (48) se poate scrie:

$$\frac{u}{u_m} = 1 - \delta x^2 + \delta\varepsilon x^4 - \ldots +$$

$$+ \frac{0{,}4}{u_m}\left(\frac{\delta}{3}x^3 + \frac{\delta^2}{10}x^5 + \ldots\right).$$

Dat fiind că în cele mai multe cazuri $\varepsilon < 0$ se consideră că termenul în x^4 (negativ) se compensează cu toţi termenii impari de putere mai mare de 4. Astfel rezultă expresia trinomă simplă:

$$\frac{u}{u_m} = 1 - \delta x^2 + \frac{0{,}4}{3u_m}\delta x^3 \quad (53)$$

care se adevereşte a reprezenta o aproximaţie foarte bună la soluţia problemei. Faptul că în ea apare o putere impară nu trebuie să surprindă deoarece ea provine dintr-o expresie logaritmică de putere pară şi dă deci pentru valori $\pm x$ valori identice u.

Această soluţie a fost comparată cu aproximaţia a doua şi a treia. S-a găsit că ea dă valori mai apropiate de a treia decît de a doua, deci rezultate mai precise, fiind în acelaşi timp mai simplă decît a doua aproximaţie.

Exemplu: Fie date valorile uzuale $u_m = 1{,}2$, $a = 3$, 4, $b = 0{,}8$. Rezultă $\delta = 0{,}80$, $\varepsilon = -0{,}47$, $\varphi(1) = 0{,}379$. Aproximaţia a doua (46) dă pentru u_1:

$$u_1 = 1{,}2(1 - 0{,}80 \times 1{,}47) + \frac{0{,}4}{1}\cdot 0{,}38) = -0{,}0580$$

o valoare negativă din cauza termenului în ε.

Aproximaţia a doua (48) extinsă, dă, cu valoarea $\varepsilon = -0{,}55$

$$u_1 = 1{,}2\,[1 - 0{,}80\,(1{,}47 - 0{,}8\;0{,}55)] +$$

$$+ 0{,}4 \cdot 0{,}379 = 0{,}363$$

(iar aproximaţia a treia $u_1 = 0{,}340$). Din expresia simplă (53) rezultă imediat

$$u_1 = 1{,}2\;(1 - 0{,}8) + 0{,}13 \cdot 0{,}8 = 0{,}347.$$

Se dovedeşte astfel că pentru valori $\delta = 0{,}8 - 0{,}98$ soluţia (53) trinomă reprezintă o aproximaţie mai bună decît soluţia (48). Ori tocmai aceste valori interesează mult deoarece, după cum se va vedea, ele corespund unor temperaturi la capete ce intervin în realitate.

Unele din rezultatele imediate ale formulei trinome (53) sînt următoarele.

Temperatura numerică la capete ($x = 1$) este:

$$u_1 = u_m(1 - \delta) + 0{,}13\delta \quad (54)$$

în general gradientul de temperatură este:

$$\frac{1}{u_m}\frac{du}{dx} = -2\delta x + \frac{0{,}4}{u_m}\delta x^2 \quad (55)$$

și la capete

$$\frac{du}{dx} = -\delta\,(2u_m - 0{,}4). \tag{56}$$

În cazul cel mai frecvent, cînd se dă temperatura maximă a filamentului la centru formulele se mai simplifică. Pentru $T_m = 2\,400°K$, deci $u_m = 1{,}2$, repartizarea temperaturii și a gradientului este dată de:

$$u = 1{,}2\,(1 - \delta x^2) + 0{,}11\,\delta x^3 \tag{57}$$

$$\frac{du}{dx} = -\delta x\,(2{,}4 - 0{,}4\,x^2). \tag{58}$$

La capete rezultă:

$$u_1 = 1{,}2(1 - 0{,}889\,\delta) \tag{59}$$

$$\left(\frac{du}{dx}\right)_1 = -2\,\delta. \tag{60}$$

nici o dificultate. Reprezentări grafice și tabele pot să ușureze considerabil calculele practice de dimensionare, cît și, în caz de nevoie, compararea cu formulele mai exacte, dar mai complicate. În cele ce urmează se dau astfel de mijloace simplificatoare ale calculelor, dar evident pentru orice fabricație se pot întocmi altele mai speciale, plecînd de la datele specifice respective.

4. 1. **Criteriile de bază *a* și *b*** ar trebui să facă obiectul unor astfel de preocupări, dar aceasta ar presupune că se dau de exemplu diametri uzuali din fabricație. Necunoscînd aceste valori se pot calcula doar coeficienții cunoscuți:

$$a = \frac{\rho_0}{d\lambda_0' T_0}\,(jl)^2 = 2{,}57\ 10^{-8}\,(jl)^2 \tag{61}$$

$$b = \frac{4l^2 d}{\lambda_0' T_0} = 4{,}36\ 10^{-2}\,\frac{l^2}{d}. \tag{62}$$

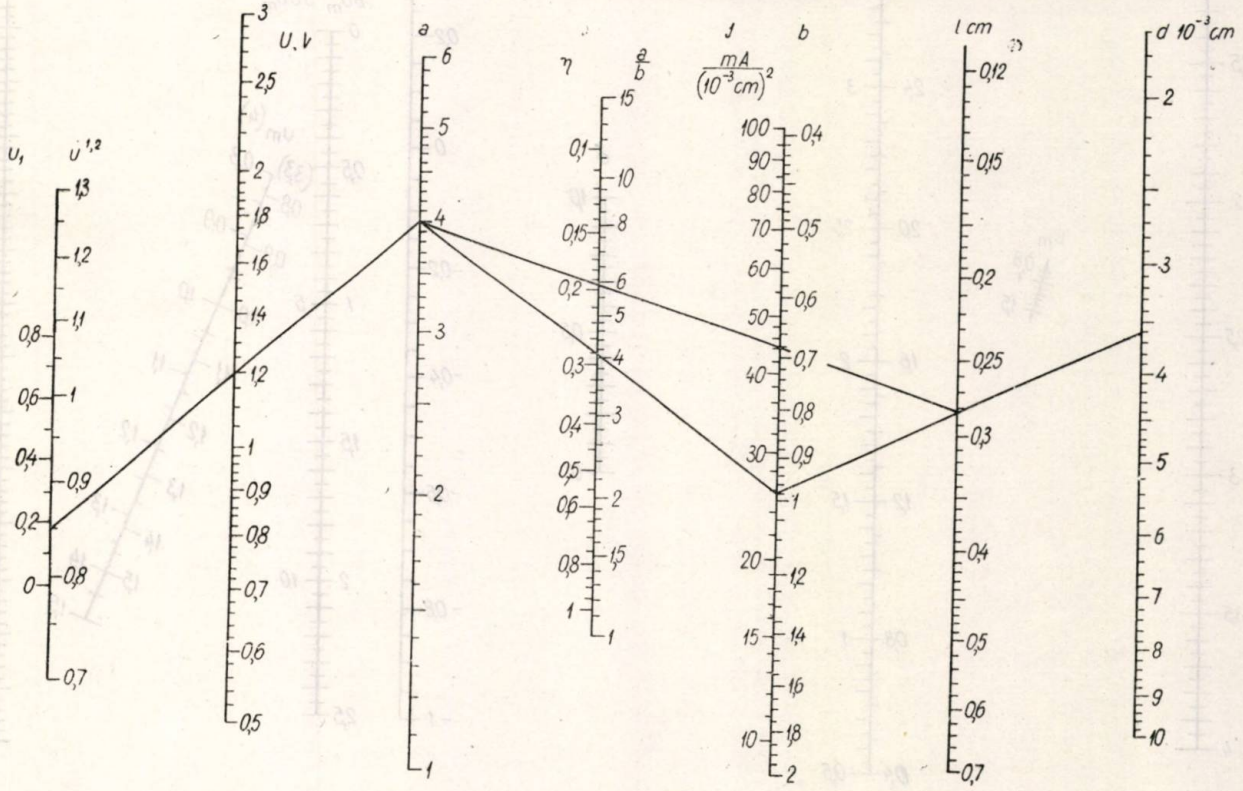


Fig. 5. Nomograma pentru calculul criteriilor *a*, *b* și ξ ale dimensiunilor.

Este îmbucurător că aceste expresii sînt atît de simple, deoarece ele servesc între altele la calculul temperaturii suportului și permit ușor reprezentarea grafică a repartizării temperaturii, necesară pentru calculul altor parametri. Apare încă o dată rolul important al parametrului δ în toate calculele.

4. Reprezentarea și tabelarea rezultatelor

Rezultatele teoretice și practice ale deducerilor conțin parametri și funcții a căror stabilire din datele problemei este util să se facă fără

Ambele relații se pot reprezenta în nomograme [16], ceea ce s-a făcut în fig. 5.

Dacă d se exprimă, așa cum este uzual în 10^{-3} cm și se notează d^* relația (62) devine:

$$b = 43{,}6\,\frac{l^2}{d^*} \tag{63}$$

sau logaritmată

$$\lg b + \lg d - \lg 43{,}6 = 2 \lg l.$$

S-a ales un modul de 200 mm egal pentru scările b, d^* și l. Poziția lor reciprocă se stabilește ușor, rezultînd în fig. 5 la dreapta

o nomogramă adiţională cu scări logaritmice pentru intervalele de valori :

$$d = 2 - 12 \cdot 10^{-3}\ \text{cm}$$
$$l = 0{,}12 - 0{,}7\ \text{cm}$$
$$b = 0{,}4 - 2.$$

Pe de altă parte, dacă unitatea pentru j se alege $\text{mA}/(10^{-3}\ \text{cm})^2$ relaţia (61) se poate scrie

$$a = 0{,}0257\ (j \cdot l)^2, \qquad (64)$$

iar logaritmarea dă :

$$\lg a - 2 \lg l = \lg 0{,}0257 + 2 \lg j.$$

Se păstrează pentru a şi l modulul 200 mm, scările fiind de sens contrar. În acest caz scara j este la mijlocul celorlalte. Rezultă o nomogramă adiţională asimetrică în centrul fig. 5. Suportul scării j coincide cu suportul scării b din nomograma anterioară iar scara l este comună.

Gradaţia scării se poate calcula sau construi punct cu punct.

Parametrii δ şi ε se obţin din relaţiile

$$\delta = \frac{1}{2}\,(a u_m^{-0,2} - b u_m^4),$$

$$\varepsilon = \frac{1}{12}\,(0{,}8\ a u_m^{-0,2} - 5\ b u_m^4) \qquad (65)$$

care nu se pot logaritma, astfel că nomograma logaritmică fig. 5 nu se poate utiliza în mod combinat spre a se obţine δ şi ε.

S-a construit o nomogramă (fig. 6) cu scări liniare pentru a şi b în intervalele $a = 1 \ldots 4$ şi $b = 0{,}2 \ldots 1{,}6$. Modulul este de 50 mm pentru a şi 100 mm pentru b.

Cu ajutorul unor nomograme de tip multiplicativ în N, se obţin scări pentru $a u_m^{-0,2}$ şi $b u_m^4$ iar din acestea o nomogramă aditivă pentru valorile δ în intervalul 0—1, pe o scară liniară cu modulul de 50 mm situată în centrul fig. 6. Concomitent pe suporţii $a u_m^{-0,2}$ şi $b u_m^4$ s-au construit scări pentru 0,8 $a u_m^{-0,2}$ şi 5 $b u_m^4$, care

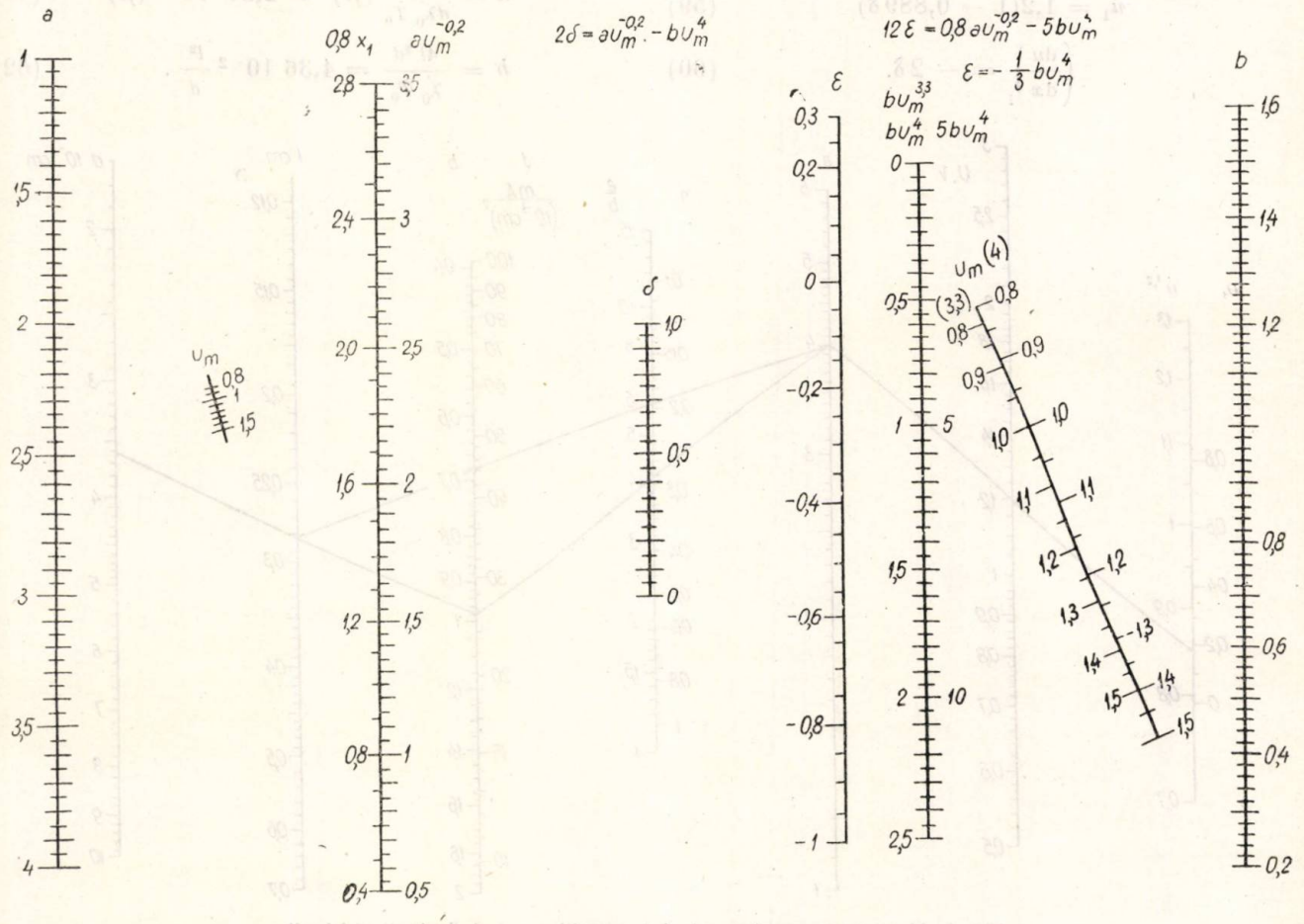


Fig. 6. Nomograma pentru calculul parametrilor δ şi ε.

dau într-o nomogramă adiţională asimetrică valorile ε pe o scară liniară cu modulul de 104 mm. Se vede imediat că valorile mijlocii pe scară sînt cuprinse între —0,8 şi 0 confirmînd că sînt în general negative.

4. 2. **Funcţia** $\varphi\ (\delta, x)$ dată de relaţia (47) este importantă pentru calculul tuturor aproximaţiilor mai exacte. S-a întreprins un calcul sistematic al acestei funcţii, utilizîndu-se pentru valori $\delta = 0 \div 0{,}5$ seria (52) iar peste aceste valori, din

cauza unei convergențe mai puțin bune, integrarea grafică. Rezultatele sînt cuprinse în figura 7.

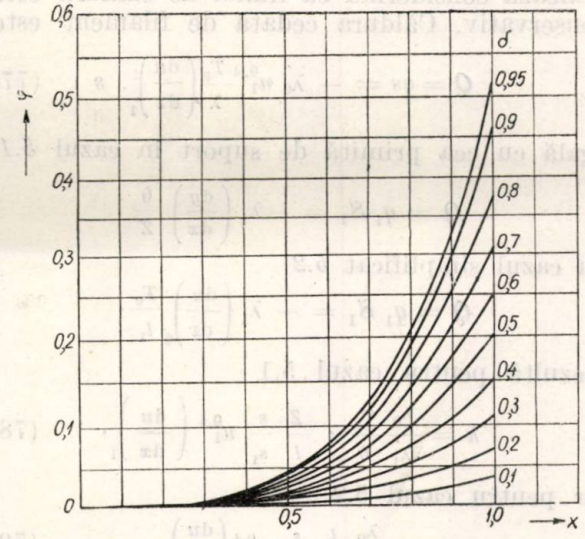


Fig. 7. Diagramele funcțiunilor $\varphi(\delta,x)$

4. 3. **Temperatura și gradientul la capete** adică valorile $u_1(\delta)$ și $u_1'(\delta)$ s-au calculat din formula trinomă (54), (56) și (60) și s-au reprezentat grafic în diagrama fig. 8 pentru valorile $u_m = 1{,}0$ și 1,2.

Relațiile sînt liniare și corespund cu valorile exacte $\delta < 0{,}5$. Pentru $\delta < 0{,}8$ apar diferențe între diferitele aproximații.

Din formula

$$\frac{u}{u_m} = 1 - \delta x^2 + \frac{0{,}4}{u}\varphi \qquad (66)$$

reiese pentru $u_m = 1$ și 1,2 valorile u_1^* și $u_1'^*$ care sînt superioare celor din formula trinomă.

Aproximația a doua dă după formula (48) valori inferioare formulei trinome (tot așa se comportă și aproximația a treia). Spre a obține o apropiere mai mare de aceste din urmă aproximații se pot construi soluții trinome care să se apropie mai mult de aproximațiile mai bune.

Criteriul pentru controlarea soluțiilor rămîne satisfacerea ecuației diferențiale (20).

La capete temperatura fiind redusă termenul de radiație se poate neglija față de cel care reprezintă cedarea de căldură prin conductibilitate. În consecință pentru $x = 1$ ecuația diferențială (38) se reduce la

$$au^{0,8} = -0{,}4\frac{u'}{u} - u''. \qquad (67)$$

Se calculează întîi valoarea u_1 și valorile derivatelor la $x = 1$. Cu cît soluția satisface mai bine ecuația (66), cu atît ea este o aproximație mai bună.

Pe această cale s-a dedus o nouă aproximație trinomă, care se apropie mai mult de formulele mai precise (48) și (49)

$$\frac{u}{u_m} = 1 - \delta x^2 + 0{,}2\frac{\delta}{u_m}x^3. \qquad (68)$$

Formula este foarte aproape de (66) și cu toate că dă valori u mai mari decît formula trinomă (53) îndeplinește foarte bine condiția(67).

În rezumat formula trinomă (53) sau (68) sînt cele mai apte pentru calcule practice.

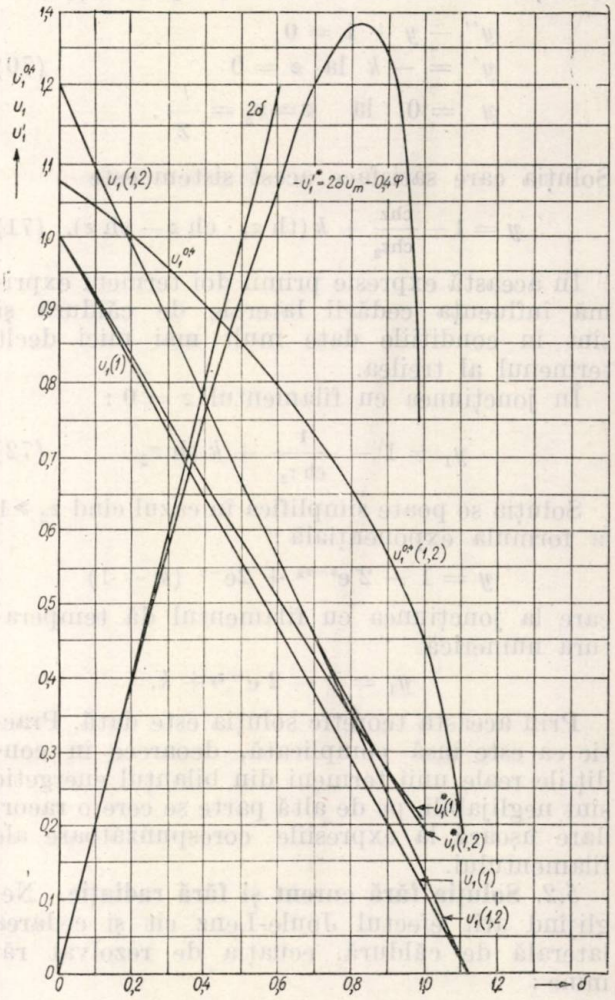


Fig. 8. Curbele de temperatură și gradienți la capete.

5. Calculul încălzirii suportului

Din punct de vedere fizic suportul se manifestă ca un conductor cilindric care este racordat cu o extremitate la filament și incastrat în sticlă la cealaltă extremitate. Sursele de energie calorică primită sînt două : filamentul care cedează căldură prin conductibilitate termică și curentul electric care o produce în suport prin efect Joule-Lenz. Suportul cedează căldură sticlei prin conductibilitate și ambianței prin radiație. Temperatura lui medie fiind sub 200°C se poate presupune că cedarea de

căldură prin radiație este proporțională cu temperatura, utilizînd legea de răcire a lui Newton.

5.1. **Rezolvarea completă.** Se trece la expresii fără dimensiune. Introducînd notațiile :

$$z = \frac{\zeta}{Z}\,;\quad Z^2 = \frac{\lambda s_1}{\alpha p_1} = \frac{\lambda_1}{\alpha}\cdot\frac{d_1}{4}$$

$$y = \frac{\vartheta}{\theta}\,;\quad \theta = \frac{j^2\rho_1 s_1}{\alpha p_1},\ \frac{q_1}{\lambda\theta}\,l_1 = k$$

ecuația diferențială a propagării căldurii și condițiile la limită se scriu [11 p. 12 (7)] :

$$\begin{aligned} &y'' - y + 1 = 0\\ &y' = -k \ \text{ la } \ z = 0\\ &y = 0 \ \text{ la } \ z = z_2 = \frac{l}{Z}\,. \end{aligned} \tag{70}$$

Soluția care satisface acest sistem este

$$y = 1 - \frac{\operatorname{ch} z}{\operatorname{ch} z_2} + k(\operatorname{th} z_2 \cdot \operatorname{ch} z - \operatorname{sh} z). \tag{71}$$

În această expresie primii doi termeni exprimă influența cedării laterale de căldură și sînt în condițiile date mult mai mici decît termenul al treilea.

În joncțiunea cu filamentul $z = 0$:

$$y_1 = 1 - \frac{1}{\operatorname{ch} z_2} + k \operatorname{th} z_2. \tag{72}$$

Soluția se poate simplifica în cazul cînd $z_2 \gg 1$ la formula exponențială :

$$y = 1 - 2\,e^{z-z_2} + 2e^{-z}\ (k-1)$$

care la joncțiunea cu filamentul dă temperatura numerică

$$y_1 = 1 - 2\,e^{-z_2} + k.$$

Prin aceasta teoretic soluția este dată. Practic ea este însă complicată, deoarece în condițiile reale unii termeni din bilanțul energetic sînt neglijabili, pe de altă parte se cere o racordare ușoară la expresiile corespunzătoare ale filamentului.

5.2. **Soluția fără curent și fără radiație.** Neglijînd atît efectul Joule-Lenz cît și cedarea laterală de căldură, ecuația de rezolvat rămîne :

$$-\lambda\frac{d^2u}{dz^2} = 0 \qquad z = \frac{\zeta}{z_1} \tag{73}$$

cu condițiile

$$\begin{aligned} &\frac{du}{dz} = -k_2' = -\frac{Q}{s_1}\frac{l_1}{T_0\lambda_1} \ \text{ la } \ z = 0\\ &u = u_2 \qquad\qquad \text{la } \ z = 1. \end{aligned} \tag{74}$$

Soluția este :

$$u = u_2 + k_2(1 - z) \tag{75}$$

exprimînd o repartizare liniară a temperaturii.

Căderea de temperatură în suport este

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{T - T_0}{T} = u - u_2 = k_2, \tag{76}$$

o expresie foarte aptă pentru calcule practice.

5.3. **Racordarea la filament și la balon.** Schimbul de căldură între filament și suport se formulează considerînd că fluxul de căldură este conservativ. Căldura cedată de filament este

$$Q = qs = -\lambda_0' u_1^{0,4}\frac{T_0}{\lambda}\left(\frac{du}{dx}\right)_1 . s \tag{77}$$

egală cu cea primită de suport în cazul *5.1.*

$$Q = q_1 S_1 = -\lambda_1\left(\frac{dy}{dx}\right)\frac{\theta}{Z}$$

În cazul simplificat *5.2*

$$Q = q_1 S_1 = -\lambda_1\left(\frac{du}{dz}\right)_0\frac{T_0}{l_1}\,.$$

Rezultă pentru cazul 5.1

$$k = \frac{\lambda_0'}{\lambda_1'}\frac{T_0}{\theta}\cdot\frac{Z}{l}\frac{s}{s_1}u_1^{0,4}\left(\frac{du}{dx}\right)_1, \tag{78}$$

iar pentru cazul 5.2

$$k_2 = \frac{\lambda_0'}{\lambda_1'}\frac{l_1}{l}\frac{s}{s_1}u_1^{0,4}\left(\frac{du}{dx}\right)_1. \tag{79}$$

Acest parametru dă direct căderea de temperatură în suport după formula (72) și (76). Aceasta este baza teoretică a formulelor (1.25) și (1.27) indicate de Țariev în [4]. Se poate vedea ușor că acele formule sînt deduse din relația (78) și (79).

Practic se va lucra cu formula (76) și atunci căderea de temperatură în suport va fi

$$\frac{\Delta T}{T} = k_2 = \frac{\lambda_0'}{\lambda_1}\frac{l_1}{l}\frac{d^2}{d_1^2}u_1^{0,4}\left(\frac{du}{dx}\right)_1. \tag{76}$$

Din această formulă se poate stabili invers u_1 și parametrul δ al filamentului, făcîndu-se racordul necesar între calculul termic al filamentului și cel al suportului.

6. Concluzii

6.1. Calculul lămpilor electrice de foarte joasă tensiune este îngreunat față de acel al lămpilor normale, din cauză că efectul de răcire a suporților nu mai apare ca un accident care se poate lua în considerare printr-o corectură, ci are un caracter important, căldura cedată suportului prin conductibilitate constituind o fracțiune apreciabilă din energia totală comunicată filamentului prin efect Joule-Lenz.

6.2. Din studiul literaturii tehnice disponibile s-a constatat că numai puțini autori s-au ocupat cu calculul influenței de răcire a suporților și că în general aceste calcule se referă la filamente care în totalitatea lor au o temperatură relativ joasă. Problema calculului termic a unui filament, care pe de-o parte poate să ajungă la temperatura de 2 400—2 600°K pe de altă parte este răcit la capete pînă la 300—400°K, nu s-a tratat încă în mod sistematic.

6.3. Parametrii fizici ai filamentului şi suportului suferă modificări importante în funcţie de temperatură, variaţiile respective fiind cunoscute din numeroase cercetări în acest domeniu. Teoria trebuie să ţină seamă de toate aceste variaţii, care se înlănţuiesc spre a nu deduce relaţii, ce nu se confirmă de realitate.

6.4. Din bilanţul energetic în elementele de volum al filamentului se poate deduce o ecuaţie diferenţială a temperaturii, care după anumite transformări şi după eliminarea dimensiunilor serveşte ca bază tuturor cercetărilor teoretice următoare. Datorită radiaţiei şi variaţiei rezistivităţii această ecuaţie de gradul doi este neliniară şi nu permite tratarea obişnuită din teoria analitică a căldurii. Se indică două căi pentru a obţine soluţia în limitele cerute de problemele practice. Una, care se aplică de altfel ecuaţiei uşor simplificate, prevede o integrare grafică, şi are dezavantajul comportării asimptotice a integrandului la una din limite. A doua prevede aplicarea metodei lui Picard sub o formă extinsă la ecuaţii de ordinul doi.

Se obţin în total trei aproximaţii [10] care se apropie din ce în ce mai mult de soluţia exactă. Din compararea lor reiese că cele mai complicate nu excelează printr-o exactitate cu mult mai mare.

6.5. Spre a uşura calculele proiectanţilor de lămpi de foarte joasă tensiune se deduce o soluţie trinomă simplă care permite a se stabili uşor toţi parametrii şi toate caracteristicile lămpii. Rezultă o serie de relaţii fizice între parametri, foarte utile pentru cunoaşterea fenomenelor în lămpile cu filamente scurte.

Relaţiile de bază între criteriile fundamentale ale problemei se formulează matematic atît sub formă generală cît şi ţinînd seama de parametrii reali ai materialelor. — Reprezentări grafice, sub formă de diagrame şi nomograme uşurează în mod considerabil munca de proiectare.

Bibliografie

[1] *Jones, H. A., Langmuir, O.*: The characteristics of tungsten filaments as functions of temperature. Gen. electr. Rev. **30** (1927) 6, 310–319; 7, 354–361; 8,408–412.

[2] *Trancheceste, M.*" Applications des lois de l'incandescence au calcul des filaments des lampes électriques. Bull. Soc. franç. Electr. **10** (1930) 9, 1002–1005.

[3] *Forsythe, W. E., Adams, E. Q.*: Effect of voltage change of the light output of tungsten-filament incandescent lamps. Gen. electr. Rev. **39** (1936) 497–500.

[4] *Ţariev, B. M.*: Rasciot i construirovanie electronih lamp. Gosenergoizdat, Moscova-Leningrad 1952.

[5] *Langmuir, I., Taylor, S. B.*: The heat conductivity of tungsten and the cooling effects of leads upon filaments at low temperatures. Phys. Rev. **50** (1935) 1, 68–87.

[6] *Fischer, J.*: Die Theorie der thermischen Messgeräte der Elektrotechnik. F. Enke, Stuttgart 1931.

[7] *Fischer, J.*: Zur Berechnung der Temperatur von Glühdrähten. Arch. Elecktrotechn. **30** (1939) 1,43–53.

[8] *Kapţov, N. A.*: Electriceskie iavlenie v gazah i vacuume. Gostehizdat, Moscova-Leningrad 1950; trad. rom. Fenomene electrice în gaze şi vid. Ed. Tehnică, Bucureşti 1955.

[9] *Granovski, V. L.*: Electriceskii toc v gaze. Gostehizdat, Moscova-Leningrad 1952.

[10] *Avramescu, A.*: Calculul filamentelor lămpilor de foarte joasă tensiune. Comunic. Acad. R.P.R. **5** (1955) 11, 1613–1624.

[11] *Avramescu, A.*: Beiträge zur Erwärmungsberechnung elektrischer Leiter. Habil- Diss. T. H. Dresden 1943.

[12] *Bezicovici, I. S.*: Calcule aproximative (trad. d. limb. rusă) Ed. Tehnică, Bucureşti 1952.

[13] *Avramescu, A.* şi *Jacob. A.*: Calculul încălzirii unui conductor neomogen format din două porţiuni diferite. Studii şi Cercet. de Energetică **5** (1955) 1–2, 191–199.

[14] *Löb, L.*: Osnovîi proţesii electriceskih razriadov v gazah. Moscova-Leningrad 1950.

[15] *Tiagunov, G. A.*: Tuburi electronice (trad. d. limb. rusă). Ed. Tehnică, Bucureşti 1951.

[16] *Avramescu, A.*: Construcţia şi utilizarea nomogramelor. Bul. Soc. Politecn. **61** (1948) 4/6, 89–134.

Iluminarea triajelor de cale ferată prin baterii de proiectoare

NICOLAE CONDACSE şi *NATHAN ROSENBERG* — Bucureşti*)

Deoarece în staţiile de triaj lucrul se efectuează continuu, atît ziua cît şi noaptea, iluminarea acestora în condiţii optime prezintă o mare importanţă. Pe baza unei documentaţii lărgite, în articol se descriu pe larg care sînt sistemele posibile de iluminare a triajelor, arătîndu-se avantajele şi dezavantajele acestor sisteme. Se insistă asupra sistemului de iluminat cu proiectoare concentrate, acesta constituind în momentul de faţă sistemul cel mai modern posibil, adoptat aproape în toate ţările cu triaje mari. La noi în ţară, pentru prima oară, s-a introdus acest sistem la Ploeşti-Triaj, cu titlu experimental.

CZ 628.964 : 5.656.21

1. Consideraţii generale

În ansamblul transportului feroviar, staţiile de triaj au o importanţă deosebită, datorită rolului lor principal de primire, descompunere, formare şi expediere a trenurilor de marfă pe direcţii şi destinaţii.

În staţiile de triaj, operaţiile de triere se efectuează continuu, atît ziua cît şi noaptea, cu aceeaşi intensitate, urmărindu-se executarea programului de circulaţie al trenurilor de marfă, cu staţionarea minimă a vagoanelor. În consecinţă, triajele de cale ferată trebuie

*) Ing. *N. Condacse* este inginer proiectant la I. P. Căi Ferate. Ing. *N. Rosenberg* este cercetător la Institutul de Cercetări ştiinţifice Protecţia Muncii.

iluminate cît mai bine în timpul nopţii pentru ca operaţiile de triere să se execute repede şi sigur.

Iluminarea staţiilor de triaj constituie o problemă specială din cauza naturii operaţiilor de triere şi a condiţiilor de iluminat. Efectele de umbre, siluete, contraste, reflexii pe sol şi strălucirea suprafeţelor iluminate joacă un rol esenţial în perceperea terenului, a căilor, vagoanelor sau a obstacolelor de orice natură, ele trebuind să fie luate în consideraţie la realizarea instalaţiei de iluminat.

1.1. **Generalităţi asupra triajelor de cale ferată.** Triajele sînt staţii speciale, create la noduri de cale ferată, avînd drept scop principal sortarea vagoanelor pe direcţii şi aranjarea vagoanelor în compunerea unui tren, în cea mai judicioasă ordine, corespunzătoare distribuţiilor pe parcurs. Pe lîngă trierea curenţilor de vagoane pe direcţii, în triaje se mai pot executa operaţii comerciale de încărcare, descărcare şi sortare a coletăriei.

Instalaţiile unui triaj constau din :

a) linii pe care se face primirea, sortarea şi expedierea trenurilor ; aceste linii sînt dispuse în fascicule sau grupe ; în general un triaj conţine patru grupe de linii :

— grupa A de primire a trenurilor ;
— grupa B de triere ;
— grupa C de retriere ;
— grupa D de expediere ;

b) ramificaţii şi traversări prin care se face legătura între grupe ;

c) cocoaşe de triere şi frîne de cale ;

d) instalaţii de centralizare, semnalizare şi siguranţa circulaţiei ;

e) instalaţii de telecomunicaţii ;

f) instalaţii de semnalizare şi iluminat.

1. 2. **Cerinţele instalaţiilor de iluminat din triaj.** Iluminarea gărilor de triaj trebuie astfel realizată încît să permită accelerarea trierii vagoanelor, reducerea ciocnirilor şi accidentelor între vagoane, micşorarea furturilor, îmbunătăţirea condiţiilor de muncă şi creşterea securităţii celor ce deservesc triajul.

O atenţie deosebită în ce priveşte condiţiile de iluminat trebuie acordată următoarelor locuri ale triajelor :

a) grupa de primire ;

b) grupa de triere, în special în zona macazelor şi zona de activitate a frînarilor de cale ;

c) cocoaşa de triere, în special pe distanţa de cădere a vagoanelor pe cocoaşe, la moderatorul de viteză şi la locul de citire al inscripţiilor de pe vagoane.

Foarte bine iluminată cantitativ şi calitativ trebuie să fie zona capătului fasciculului de linii de triere. Aceasta este zona cea mai importantă din tot triajul deoarece aici se formează şi se desfac trenurile, se observă viteza vagoanelor, poziţia acelor etc.

Instalaţia de iluminat pentru a-şi îndeplini scopul amintit în cele precedente şi pentru a constitui într-adevăr un auxiliar preţios al muncii de noapte, trebuie să îndeplinească următoarele condiţii :

a) lumina să nu influenţeze vizibilitatea semnalelor ;

b) razele luminoase să cadă oblic, difuz, pentru a da relief obstacolelor ;

c) prin trecerea vagoanelor să nu se creeze umbre între linii, iar vagoanele în mişcare să fie vizibile tot timpul ;

d) întreţinerea să fie uşoară şi economică ;

e) să permită acarilor să aprecieze exact viteza vagoanelor coborînd cocoaşa, poziţia respectivă a vagoanelor şi poziţia faţă de ace ; pe panta de urcare a cocoaşei să permită verificarea decuplării vagoanelor iar pe vîrful cocoaşei, citirea uşoară a inscripţiilor de pe vagoane ;

f) să permită frînarilor plasaţi în vecinătatea ultimelor ace să urmărească fără nici o jenă vizuală (datorită fie orbirii, fie iluminării scăzute) mişcările vagoanelor şi să intervină rapid şi fără dificultate, cînd e cazul, pentru frînarea lor ;

g) valorile de iluminări adoptate trebuie să asigure o viteză şi o claritate de percepţie suficientă, pentru a se evita în gesturile acarilor şi frînarilor, orice întîrziere şi eroare, cum şi consecinţele posibile : direcţii false ale vagoanelor, avaria materialului rulant şi a încărcăturii, accidentele de muncă etc.

h) să nu producă orbirea directă sau indirectă ;

i) iluminarea terenului să fie uniformă, pentru evitarea contrastelor puternice ; coeficientul de uniformitate $\frac{E_{min}}{E_{max}}$ să fie cuprins între valorile 0,7 şi 0,8 ; neuniformitatea accentuată a iluminărilor duce la evaluarea neprecisă a vitezei vagoanelor ; un vagon deplasîndu-se dintr-o zonă mai slab iluminată într-una mai puternic iluminată pare a avea o viteză mai mare decît cea reală ;

j) la triajele mecanizate, lumina să nu deranjeze lucrul operatorilor de la cabinele de comandă ale acelor şi frînelor de cale ; zonele depărtate de operatorul din cabină trebuie bine iluminate, precizia vederii scăzînd cu distanţa ;

k) personalul din zona capătului grupei de triere să poată :

— observa diferitele vagoane din triaj şi determina starea liniilor ;

— urmări mişcarea vagoanelor la capătul triajului şi determina poziţia căii de comunicaţie ;

— stabilì viteza unui vagon în mişcare şi determina distanţa lui pînă la alt vagon ce stă pe loc pe linia respectivă de triere pe direcţii;

— determina gradul necesar de frînare pentru a nu se produce ciocniri;

— să se deplaseze sigur în zona capătului triajului, pentru a se evita accidentele cauzate de un nivel insuficient de iluminare.

În tabela 1 se dau valorile iluminărilor recomandate în diverse ţări, pentru triaje. Valorile date reprezintă iluminări în plane orizontale. Acolo unde este cazul se indică iluminările verticale.

Tabela 1

Valorile iluminărilor, în lucşi, pentru triaje, recomandate în diverse ţări

Loc de muncă \ Ţara	Elveţia	Franţa	U.R.S.S.	R.P.R.	C.S.R.	Observaţii
Grupa A					3—5	
Grupa B Capetele ramificaţiilor de linii mijlocul grupei	2—5	1—3		1—3	10—15 5—10	Pentru C.S.R. valorile mici la triajele mecanizate, valorile mari la triajele nemecanizate
Zona frînelor de cale Zona sabotarilor (frînari manuali cu saboţi)		3—6 5—8	15	3—6 5—8	17—15	
Cocoaşa Panta de urcare Vîrful cocoaşei Ieşirea de pe cocoaşe	2—5 3—7	3—6 3—6		2—6	10—15	Iluminat vertical
Zona de citire a inscripţiilor de pe vagoane	30—50	30—50 2—5			15	iluminat vertical iluminat orizontal pe sol
Zona de decuplare a vagoanelor	5—15					
Zona acelor (macaze)			15	1		
Grupa C mijlocul grupei	0,2—2			1—3		
Grupa D	0,5—2,5			1—3	3—5	
Capetele triajului	5—10	5—8	3—15		2	

Valorile indicate mai sus, extrase din literatura de specialitate nu sînt obligatorii, fiind recomandări.

2. Sisteme de iluminat ale staţiilor de triaj

Pentru iluminarea staţiilor de triaj se utilizează două sisteme de iluminat:

a) sistemul de iluminat punctiform, cu corpuri de iluminat izolate;

b) sistemul de iluminat cu proiectoare grupate (baterii de proiectoare).

2. 1. **Sistemul de ilumnat punctiform, cu corpuri de iluminat izolate.** Acest sistem constă în repartizarea pe toată întinderea triajului a unui mare număr de corpuri de iluminat, plasate individual pe cîte un stîlp, metalic sau de lemn.

Axa fasciculului luminos emis de fiecare corp de iluminat este verticală. Suporţii corpurilor de iluminat sînt instalaţi între căi. Ei sînt dispuşi în aşa fel încît să asigure un iluminat uniform. Distanţa între suporţi variază în funcţie de iluminarea medie care trebuie obţinută. Alimentarea corpurilor de iluminat se face printr-o reţea aeriană.

În fig. 1 este arătat schematic un triaj iluminat prin sistemul punctiform, cu două şiruri de corpuri de iluminat.

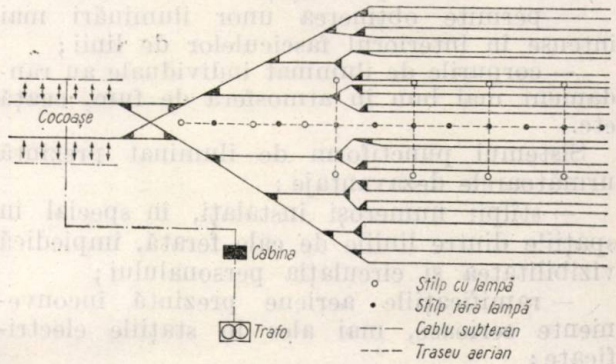


Fig. 1. Sistemul punctiform de iluminare a triajelor.

În fig. 2 este arătată fotografia unui triaj iluminat prin sistemul punctiform.

În ce priveşte puterea lămpilor şi înălţimea de suspendare, acestea depind de iluminările ce trebuie realizate. În general sînt utilizate trei variante, arătate în tabela 2.

Tabela 2

Puterea lămpilor şi înălţimea de suspendare, pentru sistemul punctiform de luminat

Varianta	Puterea lămpii W	Înălţimea de suspendare m	Observaţii
I	300— 500	8—12	
II	500—2 000	25	Suporţii corpurilor de iluminat sînt metalici. Pentru întreţinere, corpurile de iluminat se coboară cu ajutorul unui troliu.
III		10—15	Se recomandă 3 — 15 lm/m²

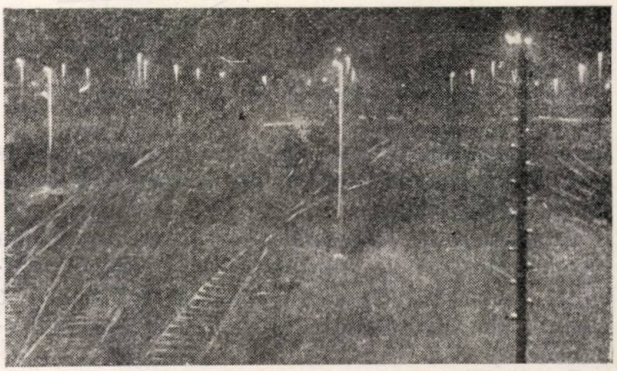


Fig. 2. Triaj iluminat prin sistemul punctiform.

Deoarece numărul de ore de funcţionare pe an al instalaţiei de iluminat este ridicat, este avantajos să se utilizeze lămpile cu vapori de sodiu, în locul lămpilor cu incandescenţă.

Avantajele sistemului punctiform de iluminat sînt următoarele :

— sistemul este suplu în ce priveşte repartiţia iluminărilor pe teren ;

— permite obţinerea unor iluminări mai intense în interiorul fasciculelor de linii ;

— corpurile de iluminat individuale au randament mai bun în atmosferă de fum, ceaţă etc.

Sistemul punctiform de iluminat prezintă următoarele dezavantaje :

— stîlpii numeroşi instalaţi, în special în spaţiile dintre liniile de cale ferată, împiedică vizibilitatea şi circulaţia personalului ;

— ramificaţiile aeriene prezintă inconveniente serioase, mai ales în staţiile electrificate ;

— se creează zone umbrite între fiecare stîlp ;

— întreţinerea este greoaie ;

— predomină iluminarea orizontală în dauna celei verticale ;

— necesită o reţea de distribuţie importantă şi costisitoare.

Sistemul de iluminat punctiform, din cauza multiplelor sale dezavantaje, este indicat doar pentru staţiile mici în care predomină încărcarea şi descărcarea faţă de triere.

De asemenea, este indicat pentru triajele nemecanizate, aflate în zone cu mult praf, fum, ceaţă sau pentru triajele cu fascicule de linii în curbe.

2. 2. **Sistemul de iluminat cu proiectoare grupate.** Dezavantajele sistemului de iluminat punctiform cum şi necesitatea găsirii unui sistem de iluminat mai potrivit, pentru triajele

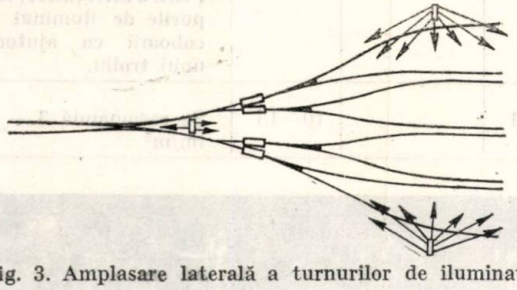


Fig. 3. Amplasare laterală a turnurilor de iluminat.

mari, mecanizate sau electrificate, au condus la introducerea sistemului de iluminat cu baterii de proiectoare.

În principiu, sistemul constă din montarea cîtorva turnuri de iluminat de 25—35 m înălţime. În vîrful fiecărui turn se montează o baterie de proiectoare de mare putere (500—2 000 W).

Pe fiecare turn, proiectoarele sînt grupate pe o platformă dispusă în aşa fel încît operaţiile de reglare şi întreţinere să se poată face cît mai uşor. Platforma este accesibilă cu ajutorul unei scări. Înclinarea axei luminoase a fiecărui proiector este cuprinsă între 45° şi 75°.

Fiecare proiector iluminează o zonă eliptică, a cărei suprafaţă depinde de înălţimea turnului de iluminat şi de divergenţa proiectorului utilizat.

Fig. 4. Turn de iluminat amplasat lateral faţă de linii.

Prin acoperirea judicioasă a zonelor iluminate de către diverse focare luminoase, se poate obţine o iluminare uniformă.

Înălţimea turnului de iluminat se alege ţinînd seamă de două considerente :

— evitarea efectului de orbire a personalului de deservire a triajului ;

— realizarea iluminării dorite, cu minimum de putere.

Pentru iluminarea bună a spaţiilor în jurul bazei turnurilor, se amplasează în consolă, pe turn, la o înălţime convenabilă, inferioară platformei, unul sau două proiectoare de 500 W. Utilizarea acestor proiectoare suplimentare este

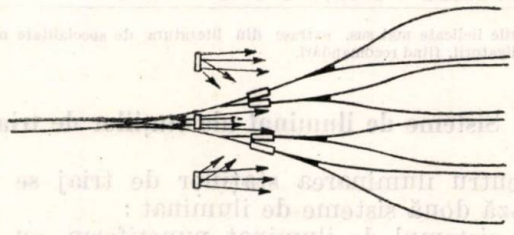


Fig. 5. Amplasare în linie a turnurilor de iluminat.

necesară în special pentru iluminarea coborîrii cocoaşei.

O problemă importantă o constituie amplasarea turnurilor de iluminat.

La triajele cu reglare manuală a macazelor şi frînare manuală cu saboţi, turnurile se aşază lateral, pe marginile fasciculului grupei de triere, pentru evitarea orbirii sabotarilor. Direcţia principală a luminii este perpendiculară pe direcţia de circulaţie în zona capătului

triajului. Pentru iluminarea bună a cocoașei și a zonei schimbătoarelor de cale, se mai amplasează un turn în capul fasciculului de linii, direcția luminii pentru acest turn fiind paralelă cu direcția de circulație.

În fig. 3 se arată o astfel de dispoziție a turnurilor de iluminat, iar fig. 4 arată fotografia unui turn de iluminat amplasat lateral față de linii.

La triajele mecanizate amplasarea turnurilor se face în linie, conform fig. 5.

2. 3. **Avantajele și desavantajele sistemului de iluminat cu proiectoare grupate.** Pe scurt, avantajele sistemului de iluminat cu proiectoare grupate sînt următoarele :

— sistemul produce un iluminat oblic, difuz, care scoate în relief obstacolele ;

— vagoanele în mișcare sînt vizibile tot timpul ;

— rețeaua de distribuție de energie electrică prezintă o structură simplă, putînd fi realizată cu cablu subteran sau aerian ;

— fenomenul de orbire este practic evitat, datorită înălțimii mari a turnurilor ;

— predominanța iluminărilor verticale față de cele orizontale ușurează percepția obiectelor îndepărtate, lucru foarte avantajos pentru operatorii din cabinele de comandă la triajele mecanizate ;

— concentrarea proiectoarelor și numărul redus de turnuri de iluminat asigură o întreținere ușoară și economică.

Dezavantajul principal al acestui sistem este următorul :

Sistemul de iluminat cu proiectoare grupate nu asigură o iluminare suficientă a zonei mediane a fasciculelor, fie din cauză că orientarea proiectoarelor nu permite evitarea umbrelor formate între căi, fie că turnurile de iluminat sînt prea depărtate de această zonă. Acest inconvenient este și mai accentuat pentru triajele în curbă.

Față de sistemul punctiform, sistemul cu proiectoare grupate mai prezintă următoarele avantaje foarte însemnate :

— realizarea de economii la instalarea rețelei electrice, deoarece nu trebuie alimentate decît cîteva puncte de pe teren ;

— permite degajarea spațiilor dintre linii și, în consecință, reducerea la minimul posibil a lățimii grupelor, în special a celei de triere ;

— lămpile de mare putere au un randament superior celor de putere mică ;

— întreținere mai ușoară.

Din analiza avantajelor și dezavantajelor celor două sisteme de iluminat, rezultă că sistemul cu proiectoare grupate reprezintă în prezent cel mai modern și mai eficace sistem de iluminat al triajelor, capabil să creeze condiții optime de lucru în timpul nopții, din punctul de vedere al traficului și al securității muncii. În sprijinul acestei afirmații vine și faptul că în majoritatea țărilor s-a introdus în triaje iluminatul cu baterii de proiectoare, concentrate pe piloni înalți. Astfel, căile ferate din U.R.S.S. și S.U.A. folosesc exclusiv iluminatul cu proiectoare grupate. În C.S.R., R.P. Polonă, Franța și Germania, majoritatea triajelor sînt iluminate prin acest sistem.

3. Iluminarea cocoașei de triere a stației Ploești-Triaj printr-un turn cu proiectoare grupate

Pe baza unor studii elaborate de Institutul de Cercetări Științifice pentru Protecția Muncii al Consiliului Central al Sindicatelor și Institutul de Proictări Căi Ferate, s-a proiectat de către I.P.C.F. un pilon cu o baterie de proiectoare grupate, care a fost executat și montat la cocoașa de triere a stației Ploești-Triaj.

Pilonul este metalic, de secțiune patrată, cu zăbrele din oțel cornier. Înălțimea pilonului este de 25 m. Accesul la vîrful pilonului se face printr-o scară interioară, dispusă vertical cu odihnă la mijloc. În jurul scării există o plasă din oțel beton și oțel lat.

Fundația pilonului este de beton, de 2,5 m adîncime. Pilonul a fost executat din trei tronsoane, asamblate la fața locului.

Săgeata maximă la vîrf a pilonului este de 8,10 cm. Secțiunea de bază a pilonului este de 3×3 m², la vîrf — 1×1 m². În fig. 6 este arătat pilonul, iar în fig. 7 amplasamentul lui. Pe pilon sînt montate 12 proiectoare de tipul PZ 45, echipate cu lămpi de 1 000 W. Proiectoarele sînt dispuse cîte șase pe două fețe opuse ale platformei pilonului, direcția razelor luminoase fiind paralelă cu fasciculele de linii.

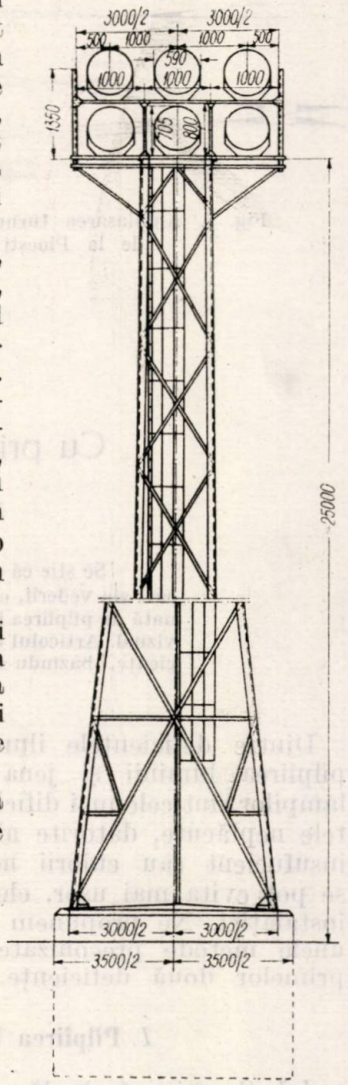


Fig. 6. Turnul de iluminat de la cocoașa de triere Ploești Triaj.

La jumătatea înălțimii pilonului, în consolă, sînt montate două corpuri de iluminat de exterior, pentru iluminarea bazei pilonului.

Tabela 3

Valorile iluminărilor măsurate la cocoaşa de triere de la Ploeşti-Triaj

Distanţa de la baza pilonului m	Iluminare orizontală la sol, lucşi	Iluminare verticală la sol, lucşi
3	3	—
20	5	6
40	4	6
60	2	4
80	1	3
100	0,8	1
200	0,6	—

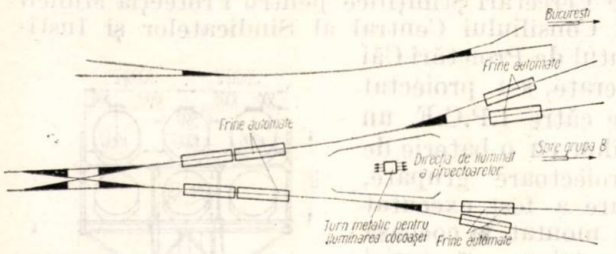


Fig. 7. Amplasarea turnului de iluminat de la Ploeşti Triaj.

Iluminările măsurate sînt arătate în tabela 3.

Pe baza experienţei căpătate cu ocazia proiectării şi exploatării turnului a cărui construcţie a fost expusă mai sus, se va putea extinde — atît pentru triajul Ploeşti cît şi pentru celelalte triaje — sistemul de iluminat cu baterii de proiectoare.

Bibliografie

[1] *Dobroselski K.M.*: Executarea manevrelor în staţii de cale ferată. Ed. C.F.R., Bucureşti, 1954.
[2] *Tuja J.*: L'exploitation technique du chemin de fer. [Ed. Eyrolles, Paris, 1946.
[3] *Bartenev P. V.*: Staţii şi noduri de cale ferată. Of. de presă C.F.R., Bucureşti, 1949.
[4] *Spinka I.*: Iluminatul suprafeţelor în gări. Ed. Tehnică, Praga 1952.
[5] *Gravin M.*: L'eclairage des chantiers de triaje à la S.N.C.F. Rev. Gén des Chemins de Fer **68** (1949) 5, 208—214.
[6] x x x: High level illuminating in marshalling yard. The Railway Gazette **105** (1956) 24, 232—233.
[7] x x x: Iluminarea triajelor de cale ferată — Studiu. Institutul de Protecţia Muncii, Bucureşti 1957.
[8] x x x: Iluminatul raţional al triajelor C.F.R. — Studiu tehnico-economic. Institutul de Proiectări Căi Ferate, Bucureşti, 1956.

Cu privire la îmbunătăţirea iluminatului fluorescent

EMIL IONESCU şi *GASTON NAHMIAS* — Bucureşti *)

Se ştie că unele instalaţii de iluminat fluorescent sînt nesatisfăcătoare, producînd turburări ale vederii, oboseală etc.; aceste fenomene neplăcute sînt provocate într-o măsură însemnată de pîlpîirea lămpilor şi de prezenţa unor izvoare strălucitoare de suprafaţă mare în cîmpul vizual. Articolul expune şi discută o serie de metode moderne pentru înlăturarea acestor deficienţe, bazîndu-se pe date din literatură şi pe experienţa primului autor.

CZ 628.9:621.327.43

Dintre deficienţele iluminatului fluorescent pîlpîirea luminii şi jena datorită strălucirii lămpilor sînt cele mai dificile de remediat. Efectele neplăcute, datorite nivelului de iluminare insuficient sau culorii nepotrivite a luminii se pot evita mai uşor, chiar de la proiectarea instalaţiei. Ne propunem să arătăm pe scurt unele metode preconizate pentru înlăturarea primelor două deficienţe.

I. Pîlpîirea luminii

I.1. Se ştie că, la lămpile fluorescente alimentate în curent alternativ, fluxul luminos al descărcării se anulează şi trece prin maxime o dată cu curentul lămpii, adică variază periodic cu dublul frecvenţei reţelei. Din cauza inerţiei luminoforilor, fluxul luminos al lămpii nu se anulează, ci doar se micşorează mult. La 50 Hz, variaţia relativă a fluxului luminos, $\frac{\Phi_{max} - \Phi_{min}}{\Phi_{med}}$ depăşeşte sensibil 25% la cele mai multe lămpi, apropiindu-se de 60% pentru lămpile „lumina zilei", la care fluxul luminos direct al descărcării are o importanţă relativă mai mare decît la lămpile de alte nuanţe. Amintim că variaţia relativă a fluxului luminos la o lampă cu incandescenţă de mică putere, alimentată în aceleaşi condiţii, este de aproximativ 10%, valoare care este neobservabilă şi nedăunătoare. La frecvenţe sub 50 Hz, variaţia relativă de flux luminos este desigur şi mai mare. Din cauzele amintite, la frecvenţele obişnuite de cîteva zeci de Hz, se produce o pîlpîire, care oboseşte ochii şi centrii vederii din scoarţa cerebrală, din cauza efortului continuu de adaptare impus vederii. Această oboseală, care provoacă scăderea acuităţii vizuale, dureri de cap şi alte fenomene, se manifestă uneori chiar dacă, datorită fuziunii

*) Dr-Ing. *Emil Ionescu* este şeful atelierului de alimentare cu energie el ctr.că d.n IPROMET
Ing. *G. Nahmias* este asistent la Inst. Politehnic din Bucureşti.

imaginilor luminoase, pîlpîirea nu este percepută conștient.

La capetele lămpii, unde electrozii joacă rolul de catod o dată pe ciclu, au loc fenomene luminoase avînd frecvența rețelei, deci se produce o pîlpîire mai marcată decît la mijlocul lămpii.

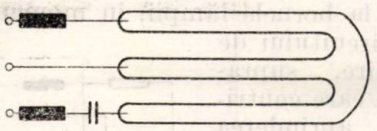


Fig. 1. Lampă trifazică.

De asemenea, la anularea fluxului luminos al descărcării (care contribuie direct cu cîteva procente la fluxul luminos al lămpii, în special, în violet și verde) culoarea luminii emise se schimbă și ea; efectele acestei pîlpîiri cromatice, în general inobservabilă cu ochiul liber, se pare că sînt însă neglijabile.

O consecință neplăcută a pîlpîirii este cunoscutul efect stroboscopic, care se manifestă la obiectele în mișcare rapidă, sub forma unei mișcări aparente sacadate, intermitente; la privirea obiectelor în mișcare de rotație, efectul stroboscopic se manifestă sub forma iluziilor stroboscopice, adică observarea mișcării cu viteză de rotație diferită de cea reală, în particular în sens invers sau în repaus, cu consecințe care pot fi periculoase.

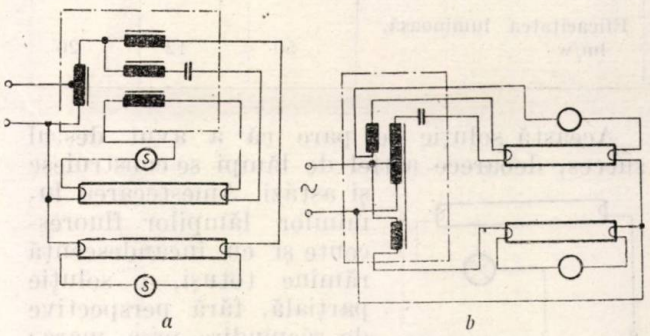
I.2. Nu vom mai insista aici asupra cunoscutelor montaje pe trei faze și duo (care deși sînt descrise în orice manual de specialitate, nu sînt încă aplicate în mod suficient la noi); aceste montaje realizate corect permit reducerea variației relative a fluxului luminos pînă la aproximativ 15%. În legătură cu aceste montaje, vom aminti numai că:

— s-au construit și lămpi trifazice (fig. 1), care au dat rezultate foarte bune din punct de vedere al pîlpîirii, însă a căror întrebuințare nu s-a generalizat, din cauza construcției mai scumpe și a manipulării greoaie;

— balastul pentru montajul duo s-a simplificat, mulțumită progreselor realizate în construirea transformatorilor cu reactanță de scăpări (fig. 2, *a* și 2, *b*: nu sînt reprezentați pe figură condensatorii împotriva paraziților, rezistențele de șuntare a condensatorilor și alte accesorii de importanță secundară);

— se folosesc uneori și montaje trio, cu curenți decalați, cum este acela din figura 3.

I.3. O altă metodă simplă de micșorare a pîlpîirii luminii este amestecarea intimă a luminii lămpilor fluoresente cu aceea a lămpilor cu incandescență. Proporția de flux „incandescent" necesară pentru a obține un efect mulțumitor este cu atît mai mare cu cît frecvența curentului de alimentare este mai scăzută. Din experiența pe care a dobîndit-o primul autor cu cîteva instalații de acest fel, montate în halele unor întreprinderi metalurgice, rezultă, că în curent alternativ de 50 Hz, proporția optimă a fluxurilor luminoase pentru micșorarea pîlpîirii este de 70% flux produs de lămpile fluorescente și 30% produs de lămpile cu incandescență. Desigur că la astfel de instalații, eficacitatea luminoasă totală a lămpilor nu depășește 25 lm/W, pe cînd eficacitatea luminoasă brută a lămpilor fluorescente (socotind și consumația dispozitivelor auxiliare) este de peste 40 lm/W. Pentru curent alternativ de 60 Hz, literatura indică o proporție minimă de 10% flux luminos, produs de lămpile cu incandescență, iar pentru



a *b*

Fig. 2. Montaj duo:
a — montaj clasic; *b* — montaj cu balast perfecționat.

curent alternativ de 20 Hz, de aproximativ 50%. Amintim că, din 1950, întreprinderea Philips (Olanda) construiește lămpile fluorescente TL-S cu aprindere instantanee, care pot funcționa avînd ca limitator o lampă cu incandescență în serie cu lampa fluorescentă, ceea ce ieftinește costul instalației (fig. 4). La pornire, aproape întreaga tensiune de alimentare este aplicată lămpii fluorescente, raportul R'_f/R'_i al rezistenței lămpilor (fluorescentă către incandescentă) fiind foarte mare; notînd

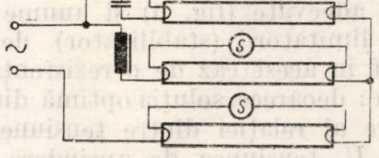


Fig. 3. Montaj trio (schematic).

cu U_l tensiunea aplicată lămpii fluorescente în această situație, cu U_A tensiunea de aprindere a lămpii și cu U tensiunea rețelei, există relația:

$$U_l = U\left[1 - \frac{1}{1 + \frac{R'_f}{R'_i}}\right] \geqslant U_A$$

În timpul funcţionării, tensiunile aplicate ambelor lămpi sînt aproximativ egale. Tabela 1 arată datele acestui montaj pentru lampa TL-S de 40 W.

Tabela 1

	Lampa TL – S 40 W	Lampa cu incandescenţă	Sistemul
Puterea, W	40	68	108
Intensitatea curentului, A	0,5	0,5	0,5
Tensiunea de funcţionare, V	105	135	225
Tensiunea de aprindere, V	200	–	–
Fluxul luminos, lm	2 000	800	2 800
Eficacitatea luminoasă, lm/w	50	12	26

Această soluţie se pare că a avut destul succes, deoarece astfel de lămpi se construiesc şi astăzi. Amestecarea luminilor lămpilor fluorescente şi cu incandescenţă rămîne totuşi, o soluţie parţială, fără perspective de răspîndire prea mare; variaţia relativă a fluxului luminos este redusă numai cu aproximativ 20%, în timp ce, eficacitatea luminoasă brută este micşorată cu aproximativ 40%. Această soluţie se poate aplica deci, acolo unde eficacitatea luminoasă nu joacă un rol preponderent şi unde efectul de pîlpîire nu este corectat în mod suficient, sau unde anumite considerente pledează pentru o proporţie oarecare de lumină de la lămpi cu incandescenţă.

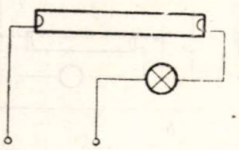


Fig. 4. Montajul lămpii TL-S (Philips).

I.4. Vom analiza acum o soluţie mai radicală, anume alimentarea lămpilor fluorescente în curent continuu, care elimină desigur complet pîlpîirea. Principial, orice lampă fluorescentă obişnuită poate funcţiona şi în curent continuu, dacă este prevăzută cu dispozitive auxiliare adecvate (fig. 5) şi anume:

— un limitator (stabilizator) de curent, constituit în acest caz de o rezistenţă în serie cu lampa; deoarece, soluţia optimă din punctul de vedere al relaţiei dintre tensiunea de alimentare U, tensiunea de aprindere a lămpii U_a şi tensiunea ei de funcţionare U_l impune ca $U_l = \frac{U}{2}$, limitatorul va trebui să preia aproximativ $\frac{1}{2}$ din tensiunea de alimentare, deci să consume aproape aceeaşi putere ca şi lampa (faţă de 10–20% din puterea lămpii în curent alternativ). Rezistenţa are, în general, o caracteristică neliniară, rezistivitatea crescînd cu temperatura — deci cu intensitatea curentului absorbit (fig. 6); avantajul constă în faptul că, la variaţii ale tensiunii de alimentare, intensitatea curentului şi ceilalţi parametri ai lămpii variază mai puţin decît în cazul unei rezistenţe constante;

— o rezistenţă suplimentară pentru preîncălzire, care are, de obicei, şi o inducţie proprie apreciabilă, cu scopul de a crea o supratensiune la bornele lămpii, în momentul întreruperii circuitului de preîncălzire, supratensiune, care contribuie la aprinderea descărcării;

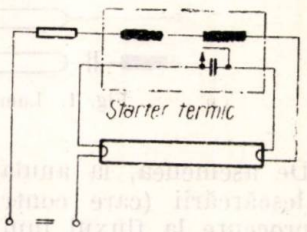


Fig. 5. Montaj în curent continuu pentru lămpi de curent alternativ.

— un starter, care este de preferinţă un starter termic, deoarece acesta are o funcţionare mai precisă şi mai sigură decît a celui cu licărire — însuşiri care sînt deosebit de necesare în curent continuu, unde aprinderea se face mai greu decît în curent alternativ;

— un întreruptor de schimbare a polarităţii la fiecare aprindere (nu apare în fig. 5), pentru a elimina fenomenul de transportare a mercurului la catod (cataforeză), care provoacă depuneri de picături fine de mercur şi înnegrirea unei părţi a tubului (în special, la lămpile mai lungi).

Se construiesc însă şi lămpi speciale pentru curent continuu, care prezintă oarecare avantaje asupra celor pentru curent alternativ, în privinţa duratei şi a comportării la pornire. Aceste lămpi de curent continuu au, în general, un singur electrod preîncălzit, construit astfel, încît la pornire să se amorseze o descărcare, chiar între bornele electrodului, ionizarea spaţiului din jurul electrodului favorizînd străpungerea tubului. În unele montaje,

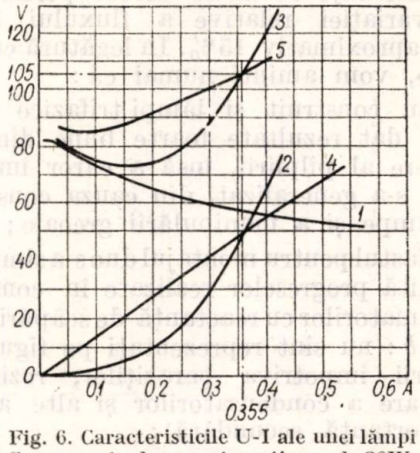


Fig. 6. Caracteristicile U-I ale unei lămpi fluorescente de curent continuu, de 20W, cu rezistenţă de stabilizare:
1 – lampa singură; *2* – rezistenţa neliniară; *3* – lampă + rezistenţa neliniară (1 + 2); *4* – rezistenţa constantă; *5* – Lampa + rezistenţa constantă (1 + 4).

se plasează dispozitivele auxiliare lîngă catodul lămpii, pentru ca încălzirea produsă de ele să creeze un spațiu mai rece la anod, unde să tindă să se condenseze mercurul; astfel, se compensează cataforeza și se poate renunța la întreruptorul de inversarea polarității. Rămîn atunci ca dispozitive auxiliare (fig. 7):

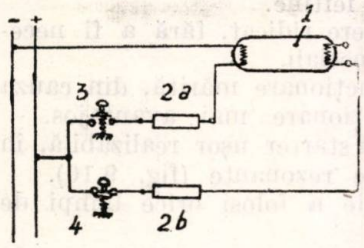


Fig. 7. Montaj pentru lampă de curent continuu:
1 – lampă fluorescentă de curent continuu; *2a* – rezistența de preîncălzire; *2b* – rezistența de stabilizare; *3* – buton de aprindere; *4* – buton de stingere.

– rezistența de stabilizare, care consumă – ca și în cazul precedent – aproape aceeași putere ca lampa singură;

– rezistența de preîncălzire, cu rolul menționat mai sus; acolo unde tensiunea de alimentare variază mult (trenuri și alte mijloace de transport), cele două rezistențe constituie un baretor cu două filamente de wolfram într-o atmosferă neinflamabilă de azot și hidrogen;

– un starter termic sau manual, ca de pildă, acela indicat pe figură (la apăsarea de scurtă durată a butonului *3*, curentul trece prin circuitul de preîncălzire; cînd butonul *3* se ridică, descărcarea se aprinde).

Avantajele funcționării lămpilor fluorescente în curent continuu (lipsa pîlpîirii, lipsa zgomotului) sînt contrabalansate de o serie de dezavantaje (în afara dificultăților privind instalația de alimentare):

– eficacitate luminoasă brută scăzută (aproximativ 2/3 din aceea în curent alternativ);

– durata mai redusă, chiar a lămpilor de curent continuu (aproximativ 80% din durata lămpii de curent alternativ de aceeași fabricație și în aceleași condiții);

– deprecierea mai rapidă;

– căldura mai mare produsă de dispozitivele auxiliare;

– pornirea mai anevoioasă, în special, în condiții grele (temperatură scăzută, umiditate mare);

– dificultatea de a alimenta lămpile de puteri mai mari în curent continuu (o lampă de numai 40 W trebuie alimentată la aproximativ 240 V în curent continuu, pe cînd ea funcționează cu autotransformator la orice tensiune alternativă).

I.5. Eficacitatea luminoasă brută s-ar putea ameliora printr-un montaj, pe care ne propunem a-l încerca, folosind lămpi cu incandescență de caracteristici convenabile drept rezistența de stabilizare și eventual de preîncălzire. În acest sens pledează și faptul că rezistivitatea wolframului crește cu temperatura. Tabela 2 prezintă în mod comparativ caracteristicile lămpilor fluorescente de 15 W și de 20 W lumină albă, în diverse montaje; se vede că, prin folosirea unor lămpi cu incandescență în montajele de curent continuu, eficacitatea luminoasă brută crește cu 15–20%. Rămîne de văzut dacă un astfel de montaj funcționează satisfăcător la aprindere, în special, dacă tensiunea rețelei se abate mai mult de la valoarea ei nominală.

Din cauza dezavantajelor arătate, alimentarea lămpilor fluorescente în curent continuu este limitată în prezent acolo unde preexistă la dispoziție o sursă de curent continuu (ca de pildă la: căi ferate electrice, tramvaie, troleibuse, macarale, stații cu redresori industriali, uzine electrochimice) și unde eficacitatea luminoasă nu joacă un rol preponderent.

I.6. O soluție, care a căpătat o oarecare răspîndire în ultimii ani și care poate să aibă

Tabela 2

	Curent continuu[1]) stabilizare prin				Curent alternativ[2])	
	Rezistență[3]) standard		Lampă cu incandescență			
Puterea lămpii fluorescente, W	15	20	15	20	15	20
Tensiune de alimentare, V	72	105	72	105	120	120
Intensitatea curentului, A	0,335	0,355	0,335	0,355	0,33	0,36
Puterea absorbită de lampă și limitator, W	24	37	24[4])	37,5[5])	19	25
Fluxul luminos, lm	600	900	690	1 050	600	900
Eficacitatea luminoasă brută, km/W	25	24	29	28	32	36

[1]) Lampă de curent continuu.
[2]) Lampă de curent alternativ.
[3]) Montaj fig. 7.
[4]) Două lămpi auto 13, 5 V, 4,5 W, după OST 7867.
[5]) Lampă curentă 42 V, 15 W + rezistență preîncălzire 7 V, 2,5 W.

perspective mari în viitor, este alimentarea lămpilor fluorescente în înaltă frecvenţă. Avantajele acestei alimentări decurg şi din faptul că, în acest caz, fenomenele de descărcare devin practic cvasistaţionare, din cauza inerţiei termice a coloanei de plasmă, a cărei tem-

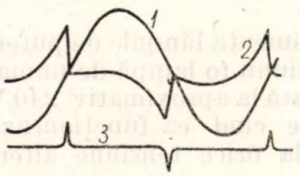


Fig. 8. Oscilograme la o lampă fluorescentă cu stabilizare prin condensator la 50 Hz:
1 – tensiunea de alimentare; 2 – tensiunea la bornele lămpii; 3 – intensitatea curentului (scară redusă).

peratură şi densitate de purtători nu mai poate urmări variaţiile foarte rapide ale tensiunii; descărcarea se reaprinde instantaneu după fiecare trecere prin zero a tensiunii, tensiunea şi curentul sînt foarte puţin deformate şi variază aproape concomitent, variaţiile de flux se atenuează (iar, pe de altă parte, nu

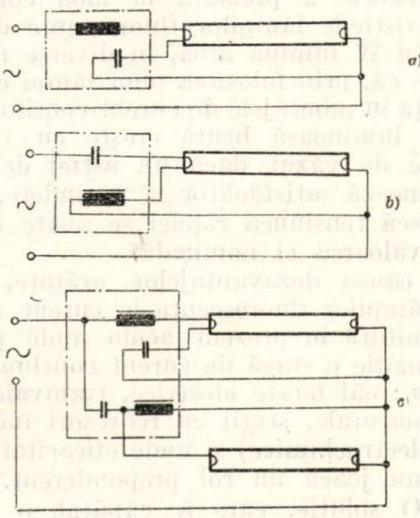


Fig. 9. Montaje rezonante în înaltă frecvenţă, lămpi cu aprindere instantanee.

mai sînt perceptibile din cauza rapidităţii lor). Limitarea curentului se poate realiza şi printr-un condensator, ceea ce este cu totul nepotrivit la 50 Hz, unde descărcarea are loc în acest caz, sub formă de impulsuri de curent cu intensitate mare (fig. 8). În sfîrşit, aprinderea se produce mai uşor.

Din punct de vedere practic, aceste avantaje se traduc prin:

— Pîlpîire neglijabilă.

— Eficacitate luminoasă netă mai mare, din cauza regimului de funcţionare mai avantajos al descărcării; creşterea eficacităţii luminoase este de 5—20%, după frecvenţa şi forma tensiunii de alimentare şi tipul lămpii (fiind mai mare la lămpile scurte).

— Tensiunea de aprindere mai scăzută, deci tensiune de alimentare mai apropiată de cea de funcţionare, pierderi mai mici în limitator, eficacitate luminoasă brută sporită. Aceasta înseamnă lămpi mai puţine, montaj şi întreţinere mai uşoare, degajare de căldură redusă, economii la eventualele instalaţii de condiţionare a aerului.

— Limitator de dimensiuni reduse (în special condensatori), deci corpuri de iluminat mai uşoare şi mai ieftine.

— Factor de putere ridicat, fără a fi necesari condensatori speciali.

— Durată de funcţionare mărită, din cauza regimului de funcţionare mai avantajos.

— Aprindere fără starter uşor realizabilă, în special, cu montaje rezonante (fig. 9,10).

— Posibilitatea de a folosi orice lămpi de curent alternativ.

În prezent, frecvenţele optime din punct de vedere economic, ţinînd seama de lămpi, dispozitive auxiliare, convertizor, conductori, tablouri şi aparataj, sînt de 400 —1 000 Hz. Se folosesc două tipuri de convertizori de frecvenţă:

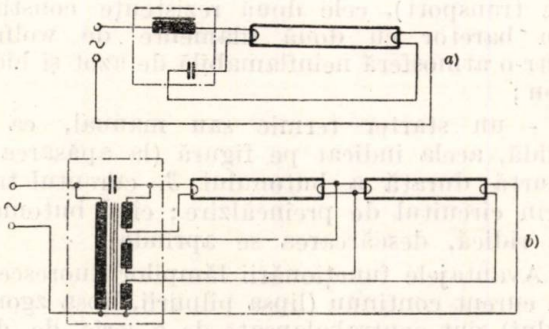


Fig. 10. Montaje în înaltă frecvenţă, lămpi cu aprindere rapidă:
a – montaj rezonant pentru o lampă; *b* – montaj pentru două lămpi de 200 W cu secţiune necirculară.

— convertizorii magnetici, care dau o tensiune triunghiulară, curentul lămpii prevăzută cu un condensator fiind în acest caz dreptunghiular;

— convertizorii rotativi, care produc o tensiune sinusoidală.

În prezent, sînt preferaţi aceştia din urmă, din cauza preţului lor mai redus şi a puterii

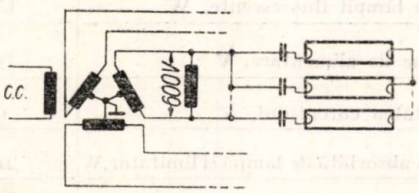


Fig. 11. Schema unei instalaţii de înaltă frecvenţă cu convertizor rotativ şi lămpi cu aprindere instantanee.

lor unitare mai mare. Convertizorii se aşază de obicei central, lîngă lampă rămînînd doar un condensator, ceea ce simplifică şi ieftineşte mult instalaţia. Se pare chiar că acest montaj

ar fi singurul acceptabil pentru iluminări peste 2 000 lx, la care căldura degajată de dispozitivele auxiliare devine exagerată, în cazul unei instalații la 50 Hz.

Fig. 11 înfățișează schema unei astfel de instalații, cu convertizor rotativ la 600 V

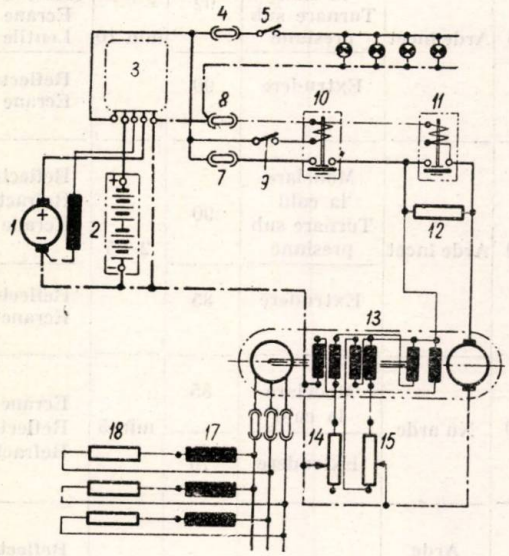


Fig. 12. Schema unei instalații de înaltă frecvență pentru iluminatul unui vagon de cale ferată:
1 – generator de curent continuu; *2* – baterie de acumulatori; *3* – regulator; *4,16* – fuzibile pe circuitele de lămpi; *5* – întreruptor pentru iluminatul incandescent; *6* – lămpi cu incandescență; *7* – siguranța fuzibilă a convertizorului; *8* – siguranța fuzibilă a circuitului de comandă; *9* – întreruptor pentru iluminatul fluorescent; *10* – contactor principal; *11* – contactor de pornire al convertizorului; *12* – rezistență de pornire; *13* – convertizor de frecvență; *14,15* – reostate de reglare; *17* – limitatori de curent; *18* – lămpi fluorescente.

(300 V față de pământ), 400 Hz și bobină de inducție centrală pentru corectarea factorului de putere. Fig. 12 arată schema unei instalații cu generator de curent continuu de 2,5 kW și convertizor rotativ la 220 V, 150 Hz, pentru un vagon de cale ferată.

Pentru viitorul apropiat, se prevede folosirea lămpilor fluorescente alimentate cu înaltă frecvență, în special, în următoarele cazuri:

— instalații cu iluminări foarte mari — de ordinul miilor de lx — (lucru de precizie, fitotroni);

— instalații cu iluminări obișnuite, dar arii mari (hale industriale, săli de sport). În ambele cazuri contează reducerea numărului de lămpi și corpuri de iluminat și economia de conductori;

— instalații la bordul avioanelor, unde contează reducerea greutății.

II. Reducerea strălucirii

II. 1. Încă de mulți ani, s-a constatat că părerea după care lămpile fluorescente pot funcționa fiind expuse direct privirii este complet greșită. Într-adevăr, efectul de orbire directă nu depinde numai de strălucire, dar și de aria suprafeței aparente a izvorului, de poziția izvorului față de direcția privirii, de contraste etc. Lămpile fluorescente obișnuite au într-adevăr străluciri relativ reduse, dar au în schimb o suprafață aparentă mare. În consecință, nu se mai montează de mult lămpi fluorescente goale, decît acolo unde sînt în afara cîmpului privirii și în instalațiile prost concepute (care sînt din păcate, încă destul de numeroase la noi). Nevoia de a reduce strălucirea lămpilor fluorescente se va face de altfel, din ce în ce mai simțită în anii următori, pe măsură ce se vor răspîndi lămpile de puteri mari, cu străluciri de cîțiva stilbi și instalațiile cu iluminări mari și lămpi numeroase. În această ultimă privință este semnificativă tabela 3, reprodusă după Promîșlennaia Energhetika (1958) 4, care arată nivelele de iluminare recomandate în cîteva țări.

Pentru reducerea strălucirii lămpilor fluorescente s-au folosit corpuri de iluminat cu difuzori și refractori, precum și cu ecrane și grătare difuzante.

Ne vom mărgini să arătăm cîteva tendințe actuale în acest domeniu.

II.2. Pentru ameliorarea instalațiilor mai vechi cu lămpi goale, se folosesc dispozitive amovibile din tablă metalică sau mase plastice, care se pot fixa ușor pe tuburi. Dispozitivul din fig. 13, *a*, se compune dintr-o serie de ecrane circulare, care se înșiră pe tub, între care se pot fixa alte ecrane inelare; fig. 13, *b* arată

Tabela 3

Felul muncii	Iluminări medii recomandate, lx					
	Anglia	Finlanda	Franța	Olanda	S.U.A.	Suedia
Normală, cu intermitență	70	80	50	60	100	40—80
Normală	100	150	100	80	300	150
De precizie	300—500	300	300	250	500	300
De înaltă precizie	1 000	500	500	500	1 000	300—500
De foarte înaltă precizie	2 000	1 000—2 000	500—2 000	1 000	1000—10000	1000—2 000

Tabela 4

Denumirea materialului	γ $\frac{kgf}{dm^3}$	ε_r %	Rezistenţa la şoc	Stabilitatea formei	Temperatura maximă °C	Inflamabilitate	Modul de fabricare	τ %	Durata în instalaţii ani	Întrebuinţări
Polimetacrilat de metil (Plexiglas ş.a.)	1,18	2–10	bună	bună	65–95	Arde încet	Modelare la cald Turnare sub presiune	92	min 10	Reflectori Refractori Ecrane Lentile
							Extrudere	90		Reflectori Ecrane
Polistiren (Stiroflex ş.a.)	1,05	1–3,5	satisfăcătoare bună	foarte bună	70–100	Arde încet	Modelare la cald Turnare sub presiune	90	2–5	Reflectori Refractori Ecrane
							Extrudere	85		Reflectori Ecrane
Clorură de polivinil (Vinifol ş.a.)	1,4–1,6	1–2	bună foarte bună	satisfăcătoare	60–70	Nu arde	Modelare la cald	85	min 5	Ecrane Reflectori Refractori
							Extrudere	70		
Răşini carbamidice pe bază de uree formaldehidă (Polopas ş.a.)	1,5–2	—	bună	satisfăcatoare	75–100	Arde foarte încet	Presare	60	min 5	Reflectori Refractori Ecrane
Răşini poliesterice	1,5	0,5–1	foarte bună	bună	90–150	Arde foarte încet	Laminare	60	min 5	Reflectori Refractori Ecrane

un alt dispozitiv, formînd un difuzor închis în jurul lămpii.

II. 3. Există tendinţa de a folosi din ce în ce mai mult materialele plastice în locul sticlei. Tabela 4 arată proprietăţile şi utilizările diverselor categorii de materiale plastice.

II. 4. Corpurile de iluminat pentru birouri, localuri comerciale, săli de festivităţi, locuinţe etc. tind să cuprindă mai multe lămpi, căpătînd suprafeţe mai mari (pînă la 3,50 × 2,50 m); însă, ele se construiesc cu o grosime cît mai mică. Foarte întrebuinţate sînt şi corpurile de iluminat înecate în plafon, precum şi plafoanele luminoase.

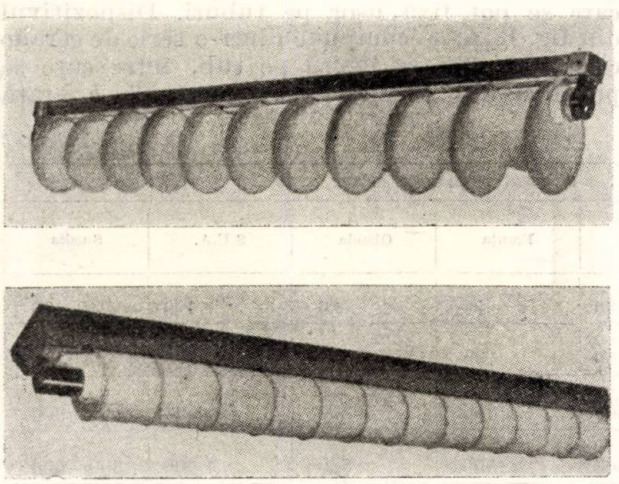


Fig. 13. Dispozitive amovibile pentru reducerea strălucirii lămpilor fluorescente.

II. 5. Se folosesc pe scară largă refractorii din sticlă sau materiale plastice, cu elemente prismatice sau lentile. În această direcţie, vrem să insistăm puţin asupra unei realizări romîneşti, care a anticipat unele realizăti străine asemănătoare, şi care rezolvă în mod simplu problema reducerii strălucirii lămpilor fluorescente.

Este vorba despre plăci clare, cu una din feţe, plană şi cealaltă, formată din prisme triunghiulare isoscele paralele*); unghiul dintre faţa plană şi feţele prismei, denumit „unghi de atac", are în cazul sticlei cu indicele de refracţie $n = 1{,}5$, o valoare optimă de 32°. Dacă pe faţa plană a unei astfel de plăci, cad raze de lumină, avînd toate direcţiile din planul

*) Dr. ing. E. Ionescu şi arh. Polihroniade: *Sticle prismatice pentru dirijarea luminii* (Inovaţie nr. 1460/11.5.1956, prezentată la IPROMET). V. şi dr. ing. E. Ionescu: *Sticla prismatică plană utilizată pentru corpuri de iluminat*, Electrotehnica, V(1957) 10.

normal pe muchiile prismei (fig. 14) — caz, care se realizează în corpurile de iluminat cu reflector mat sau emailat, sau în cele cu mai

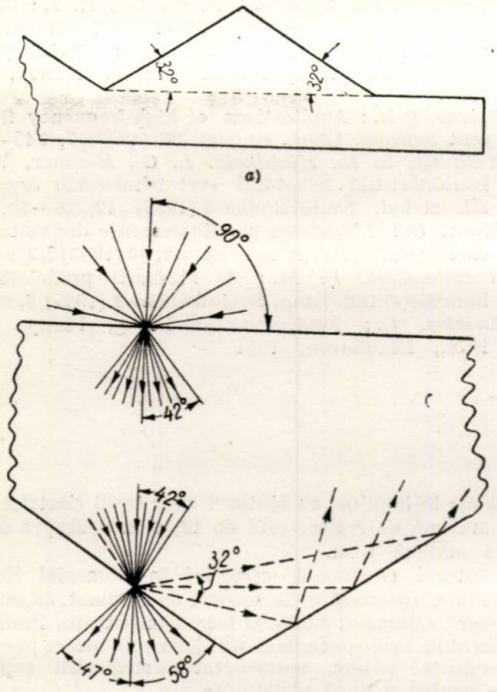


Fig. 14. Placă refractantă cu prisme, cu unghi de atac de 32°:
a — secțiune, *b* — mersul razelor de lumină.

formînd un unghi de maximum 42° cu normala și emerg pe partea opusă, numai razele formînd cu aceeași direcție unghiuri de + 58° și — 47° (valori rotunjite). Corpul de iluminat echipat cu o astfel de placă refractantă, are deci, unghiuri de protecție transversale de 32° într-un sens și 90 — 47 = 43° în celălalt, ceea ce reprezintă valori mai mult decît suficiente.

Fața superioară a plăcii poate avea și o formă concavă, iar suprafețe înclinate pot forma fețele unor prisme — așa cum s-a arătat

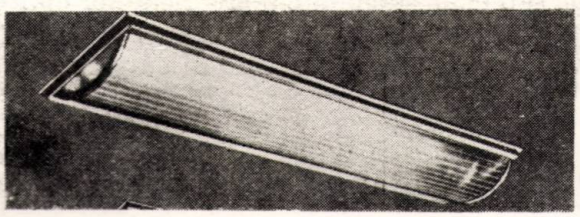


Fig. 17. Plafonieră cu sticlă cu prisme.

anterior — unor piramide sau suprafața laterală a unui con, cu unghiul la vîrf de 2 × 58°; această ultimă soluție pare a fi cea mai satisfăcătoare din punct de vedere al reducerii efectului de orbire.

Fig. 15 arată curbele fotometrice teoretice ale unor astfel de plăci refractante într-un

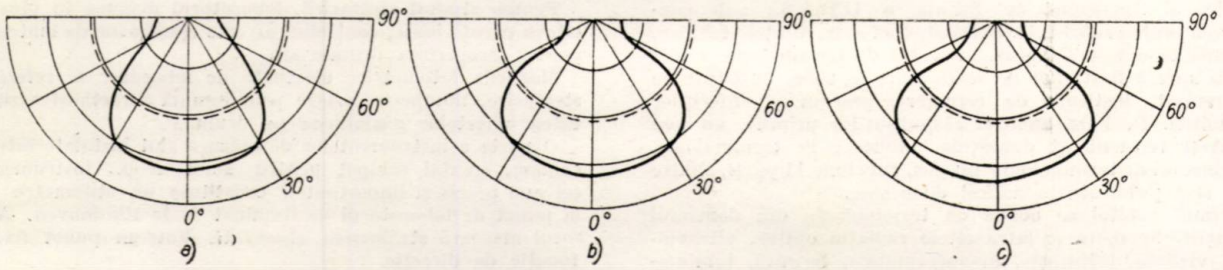


Fig. 15. Curbe fotometrice teoretice ale unui corp de iluminat cu placă refractantă:
a — suprafețe prismatice; *b* — suprafețe piramidale; *c* — suprafețe conice.

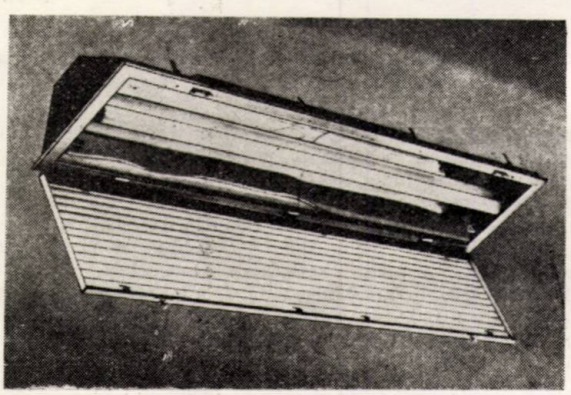
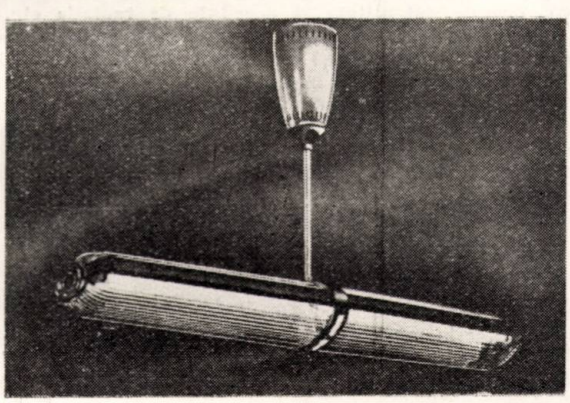


Fig. 16. Corp de iluminat etanș cu sticlă cu prisme.



Tig. 18. Corp de iluminat cu reflector cu oglindă și refractor cu prisme.

multe lămpi așezate la distanțe suficient de mari — pătrund în interiorul plăcii numai raze

plan transversal; curbele punctate reprezintă curbele fotometrice în cazul unei repartiții

uniforme produsă de un difuzor ideal. Se observă, că intensitatea luminoasă pe verticală este mărită aproximativ cu factorul 1,5 şi este mult micşorată pentru direcţii la mai puţin de 45° cu orizontala. Distanţa dintre lampa fluorescentă şi faţa superioară a refractorului este de aproximativ 7,5 cm.

Plăcile refractante se pot construi şi din materiale plastice, valorile unghiulare fiind bineînţeles altele în acest caz; pe lîngă celelalte proprietăţi mecanice necesare, materialul trebuie să aibă un coeficient de dispersie cît mai mic şi o bună stabilitate a proprietăţilor optice.

Figurile 16, 17, 18 arată cîteva corpuri de iluminat prevăzute cu refractori cu prisme.

Bibliografie

[1] Akademia Nauk SSSR: Spravocinaia kniga po svetotehnike. Tom. I, Izd. Ak. Nauk SSSR, Moskva 1956.

[2] *Brown, W. E., Woodland, P. C., Lee, R. I.*: Plastics in lighting, Illum. Engng., **52** (1957) 7, 231—742.

[3] *Cusquel, A., Givelet, A., Wetzel, I.*: L'éclairage par fluorescence et électroluminescence. Dunod, Paris, 1954.

[4] *Dobras, Q.D.*: Applications of high-frequency fluorescent lighting. Illum. Engng., **52** (1957) 7, 343—348.

[5] *Kalinina, S. L., Kintiţkaia, L. G., Hazanov, V. S.*: Harakteristiki nekotorîh svetotehniceskih organiceskih stekol, Svetotehnika **3** (1957) 12, 16—10.

[6] *Manz, O.*: L'éclairage par fluorescence des voitures de chemin de fer, Rev. Brown Boveri, **30** (1953) 2,276—282.

[7]. *Cernilovskaia, F. M.*: O bleskosti prodolnîh linii liuminiştentnîh lamp, Svetotehnika **3** (1957) 8, 13—14.

[8] *Zwikker, C.*: Fluoreszenzbeleuhtung, Philips techn. Bibl., Eindhoven, 1951

Referate

CZ 628.9.001.11

Terminologia în Tehnica Iluminatului. (Svetotehnika, **3** (1957) 5, 1—5)

Articolul publicat în paginile revistei cuprinde terminologia în tehnica iluminatului, recomandată de Comitetul pentru terminologie tehnică al Academiei de ştiinţe a U.R.S.S.-ului.

În anul 1946 s-a început reglementarea terminologiei de către Secţia pentru Tehnica Iluminatului de la MONITOE (Asociaţia inginerilor şi tehnicienilor energeticieni din Moscova). Ulterior această muncă a fost dirijată de Comisia pentru Tehnica Iluminatului de pe lîngă Academia de Ştiinţe a U.R.S.S. Între 1955 — 1956, elaborarea terminologiei respective a fost efectuată de Comitetul pentru terminologie tehnică al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S., sub conducerea profesorului L.D. Belkind, doctor în ştiinţele tehnice.

După ce a fost elaborat, proiectul de terminologie a fost trimis spre a fi studiat pe scară mare în uzine, institute de învăţămînt, institute de cercetări, precum şi diferiţilor specialişti. Pe baza analizei răspunsurilor primite, au fost adoptaţi termenii şi definiţiile publicate în terminologie.

Proiectul de terminologie propus, cuprinde 11 părţi, dintre care sînt publicate în articol doar şase.

Primul capitol se ocupă cu terminologia din domeniul radiaţiei. Se definesc între altele radiaţia optică, ultravioletă, vizibilă, infraroşie, monocromatică, termică, luminescentă. Se defineşte corpul absolut negru, coeficientul spectral de radiaţie, temperatura de strălucire, de culoare, etc.

Capitolul II se ocupă de mărimile de radiaţie ca flux radiant, energie, intensitate şi densitate de radiaţie etc.

Capitolul III tratează despre mărimile eficace ale radiaţiei şi noţiunile în legătură cu ele. În acest capitol, între altele, se definesc şi radiaţiile bactericide.

Capitolul IV se ocupă de vedere, definind vizibilitatea, vederea diurnă, nocturnă, iluminarea şi strălucirea de prag, diferenţa şi pragul diferenţial de strălucire, acuitatea de distingere, strălucirea orbitoare, orbirea, frecvenţa critică de pîlpîire etc.

Capitolul V abordează terminologia studiului culorilor, iar capitolul VI proprietăţile optice ale materialelor.

N.R.

CZ 628.971.6.006.2

Un laborator în aer liber pentru iluminatul public. [După I. Hamming şi F. van Heemskerck: Rev. techn. Philips **19** (1957/58) 6, 212—215]

Lîngă uzina Philips la Turnhout (Belgia) s-a construit un laborator în aer liber pentru studiul iluminatului public.

Laboratorul este constituit dintr-un tronson de drum (lungime 320 m, lăţime 14 m) prevăzut cu zece piloni de iluminat, montaţi pe căruţe cu roţi pneumatice. Platformele pilonilor, pe care sînt montate aparatele de iluminat, pot fi reglabile în înălţime cu ajutorul unor trolii electrice. Înălţimea maximă de reglare este de 12,50 m deasupra solului, iar cea minimă 1 m.

Laboratorul efectuează cercetări în domeniul iluminatului public, apreciază noile corpuri de iluminat, dă asistenţă serviciilor de iluminat public şi face demonstraţii. Problemele fundamentale care se studiază sînt jena prin orbire provocată de iluminatul public, uniformitatea strălucirii suprafeţei rutiere pentru o bună vizibilitate etc.

Drumul experimental comportă o distanţă de 200 m cu bitum şi 120 m porfir, sub formă de pietriş fin. Se poate în acest mod să se capete o impresie vizuală generală a efectului unei instalaţii, atît pentru o suprafaţă rutieră închisă, cît şi pentru o suprafaţă clară, deschisă.

Pentru studiul strălucirii, laboratorul dispune în plus de cîteva căruţe joase, conţinînd diverse eşantioane de materiale pentru acoperirea drumurilor.

Măsurile fotometrice efectuate de laborator se referă la strălucire, iluminare, orbire prin lumină directă şi vizibilitatea obiectelor găsindu-se pe drum.

O parte a instrumentelor de măsură sînt instalate într-un camion, special echipat pentru acest scop. Instrumentul cel mai precis şi important îl constituie un stilbmetru pus la punct de laboratorul de iluminat de la Eindhoven. Aparatul măsoară strălucirea observată dintr-un punct fix, în funcţie de direcţie.

Articolul conţine schema acestui stilbmetru precum şi măsurile luate pentru a se obţine reglajul precis al aparatului.

N.R.

CZ 628.972 : 535.62

Influenţa reciprocă a iluminatului şi a culorilor funcţionale [După J. Maisonneuve: Couleurs, (1957) 21 (sept.—oct.), 7—10.

Aspectul colorat al unei suprafeţe depinde de lumina care o luminează şi invers, pereţii coloraţi influenţează asupra iluminatului.

Dacă s-a stabilit o anumită nuanţă de culoare pentru a acoperi pereţii unui local, este important să se desemneze în acelaşi timp şi tipurile de surse luminoase care nu vor modifica într-un mod inacceptabil aspectul pereţilor.

De exemplu, un mare birou de dactilografie avea pereţii vopsiţi într-o nuanţă verde pal, foarte plăcută la lumina zilei. După introducerea iluminatului artificial fluorescent, s-a constatat că acest mod de iluminare intensifică prea mult nuanţa verde, provocînd o reacţie neplăcută la personalul de serviciu, trebuind în cele din urmă să se găsească un alt tip de lampă care să se armonizeze mai bine cu zugrăveala.

Tendinţa actuală este de a atribui zugrăvelii colorate ameliorarea percepţiei vizuale, crearea unei ambianţe plăcute precum şi semnalizarea reglementară a zonelor periculoase. Aceste funcţiuni ale zugrăvelilor colorate nu pot fi

îndeplinite decît sub rezerva unui studiu asupra culorilor şi iluminatului natural şi artificial.

Autorul articolului ia în considerare elementele care stau la baza studiului mai susamintit, atacînd următoarele probleme: redarea culorilor în funcţie de compoziţia luminii, efectele datorite nuanţei luminii, influenţa pereţilor asupra compoziţiei luminii.

În concluzie, autorul consideră că se poate realiza iluminatul artificial al localurilor de lucru, obţinîndu-se în mod sigur ca lumina şi învelişul colorat să se armonizeze.

N.R.

CZ 535.247:537.52.08

Fotometru pentru măsurarea intensităţii efective a descărcărilor luminoase obţinute prin condensator. [După Charles A. Douglas: Illum. Engng., **53** (1958) 4, 205—208]

În trecut, măsurările intensităţii efective a descărcărilor luminoase prin condensator s-au făcut prin două metode:

1) cuplînd ieşirea unei celule fotoelectrice la un oscilograf catodic, fotografiind urma intensităţii instantanee în timp, integrînd suprafaţa de sub curbă şi calculînd intensitatea efectivă;

2) încărcînd o capacitate cu curentul fotoelectric generat de unul sau mai multe lămpi cu descărcări şi măsurînd voltajul cu un voltmetru electronic.

Ambele metode cer mult timp, mai ales cînd se măsoară distribuţia intensităţilor unui proiector cu o sursă cu descărcări. În plus, cînd sursa este o lampă cu descărcări obţinute prin condensator, există nesiguranţă în ceea ce priveşte precizia măsurării.

Autorul descrie o metodă care permite măsurarea distribuţiei intensităţii efective ale unităţilor cu descărcări prin condensator şi în acelaşi timp înregistrarea automată a rezultatelor.

În articol se dau schemele de principiu precum şi teoria funcţionării fotometrului.

Sistemul fotometric descris nu este limitat numai pentru fotometrarea descărcărilor luminoase prin condensator, el poate fi aplicat oricărei lumini avînd o durată mai mică de o milisecundă. Pentru descărcările luminoase mai mari ca o milisecundă (circa 0,01 s) se poate introduce un factor de corecţie care permite efectuarea măsurătorilor şi în acest caz.

N.R.

CZ 628.9 : 621.32

Unele probleme din tehnica iluminatului. [După V. V. Meşkov: Svetotehnika, **4** (1958) 3, 19—24]

În U.R.S.S. în 1957, din cantitatea totală de energie electrică produsă, de 210 miliarde kWh, circa 11% s-au consumat pentru iluminat. Datorită ridicării nivelului cantitativ al iluminatului, mai ales în şcoli, întreprinderi industriale, străzi, este necesar a planifica creşterea componentei consumului de energie electrică pentru iluminat, în anul 1965, pînă la 16%. Sporirea iluminării normate numai cu 1% fără mărirea eficacităţii instalaţiilor de iluminat corespunde creşterii puterii folosite pentru iluminat cu aproximativ 280 mii kW. Rezultă că ridicarea eficacităţii iluminatului constituie una din problemele principale ale tehnicii iluminatului.

În continuare, autorul examinează problemele care trebuie să contribuie la îmbunătăţirea calităţii iluminatului şi prin urmare a eficacităţii sale.

1. Starea actuală a iluminatului — majoritatea instalaţiilor de iluminat nu asigură iluminarea normată, fiind necorespunzătoare. Acest lucru se datoreşte rămînerii în urmă a industriei tehnicii iluminatului faţă de nivelul actual de dezvoltare a acestei ramuri, atenţiei insuficiente acordate problemelor de exploatare a instalaţiilor de iluminat, controlului nesatisfăcător al stării iluminatului precum şi atenţiei insuficiente faţă de studierea bazelor ştiinţifice ale tehnicii iluminatului.

2. Normarea iluminatului. Este necesar să se desfăşoare pe scară largă lucrări de cercetare în legătură cu problemele de fundamentare ştiinţifică a principiilor normării nivelului iluminatului, indisolubil legate de teoria senzaţiei vizuale.

3. Calitatea iluminatului — trebuie asigurate măsurile necesare pentru limitarea efectului de orbire.

4. Proiectarea şi exploatarea instalaţiilor de iluminat. Autorul recomandă o serie de măsuri tehnico-organizatorico-administrative pentru îmbunătăţirea muncii de proiectare şi exploatare a instalaţiilor de iluminat.

N.R.

CZ 628.976 : 621.311.2

Iluminatul sălii maşinilor din centralele electrice. [După A. Ia. Kotz: Svetotehnika **3** (1957) 9, 13—16]

În articol se descriu diferitele posibilităţi de iluminare a sălii maşinilor dintr-o centrală termo sau hidroelectrică, ca de exemplu:

Iluminat de sus, iluminat lateral (prin fişii, linii sau scafe) şi iluminat mixt (de sus şi lateral). Se face de asemenea o analiză a surselor de lumină existente (lămpi cu incandescenţă, fluorescente şi cu vapori de mercur şi balon fluorescent) ca şi a rezultatelor de exploatare obţinute de la 41 de centrale din U.R.S.S. şi de la 25 centrale americane. Concluziile la care ajunge autorul sînt următoarele:

Pentru iluminatul sălii maşinilor este recomandabil să se utilizeze lămpi cu vapori de mercur sub presiune şi balon fluorescent montate în aparate de iluminat fixate pe tavanul sălii; aceste lămpi trebuie combinate cu lămpi cu incandescenţă. Pînă la fabricarea lămpilor cu vapori de mercur şi balon fluorescent în cantităţi suficiente instalaţia poate fi utilizată pentru lămpi cu incandescenţă. Dacă considerentele statice au o pondere deosebit de mare, iluminatul se poate realiza din combinarea unor aparate de iluminat cu grătare în panouri sau fişii luminoase; drept surse luminoase se recomandă folosirea tuburilor fluorescente. Lămpile cu incandescenţă se pot folosi în acest caz pentru iluminatul de siguranţă.

W.S.

Cronică

MAX PLANCK

1858—1958

CZ 530.145 : 92

Anul acesta omenirea a sărbătorit a 100-a aniversare a naşterii lui Max Planck. Această sărbătorire a întrecut cu mult proporţiile obişnuite în astfel de ocazii, căci Planck n-a fost numai un profesor universitar de fizică teoretică, dar amprenta activităţii sale ştiinţifice este adînc întipărită în toată ştiinţa şi tehnica lumii actuale.

Descoperirea epocală a cuantificării schimburilor de energie făcută cu ocazia încercării de a ieşi din impasul în care se afla fizica clasică, atunci cînd încerca să explice legile experimentale ale radiaţiei corpurilor incandescente, s-a întîmplat în mod semnificativ în primul an al secolului nostru. De atunci înainte nici un domeniu al fizicii nu a mai putut evita revizuirea concepţiilor sale fundamentale, trebuind să le adapteze punctului de vedere cuantic, şi un val de descoperiri ştiinţifice noi au deschis larg porţile înţelegerii structurii materiei în diferitele ei forme. Tehnici noi au izvorît din aceste descoperiri — să amintim doar ca cele mai spectaculoase electronica şi tehnica nucleară — şi ele revoluţionează şi transformă lumea sub ochii noştri, sporind, dacă sînt aplicate în scopuri paşnice, puterea omului asupra naturii şi buna sa stare.

Era imposibil ca iluminatul să nu fie şi el tributar lui Max Planck şi încă în mod direct. Descoperirea care i-a adus gloria, legea distribuţiei energiei în spectrul corpului negru, stă la baza sistemului de mărimi şi unităţi fotometric şi colorimetric actual precum şi la baza teoriei emisiei luminoase a lămpilor cu incandescenţă. Începînd cu etalonul unităţii de intensitate luminoasă, candela, şi terminînd cu formulele de proiectare a lămpilor cu filament de wolfram, legea lui

Planck apare inseparabil împletită cu problemele fundamentale ale iluminatului şi măsurării luminii.

Dar mai mult, explicarea rezultatelor analizei spectrelor atomice a fost cea care a adus prima extindere asupra structurii atomului a concepţiilor lui Planck, sub forma postulatelor lui Bohr. Astăzi, invers, teoria cuantică a excitării şi emisiei radiante a atomilor şi moleculelor stă la baza teoriei lămpilor cu descărcări electrice în gaze, care cuceresc din ce în ce mai mult loc în tehnica iluminatului datorită calităţilor lor variate.

Inimaginabil este şi orice progres în tehnica corpurilor luminescente solide, fără teoria corpului solid, bazată din nou pe concepţiile cuantice. Lămpile luminescente (fluorescente) şi electroluminescente de diferite tipuri nu sînt decît o aplicaţie strălucită a acestei tehnici.

Şi receptorii noştri de lumină, începînd cu ochiul şi terminînd cu diversele tipuri de celule, elemente şi multiplicatori fotoelectrici sînt guvernaţi de legi cuantice. Teoriile moderne ale vederii se bazează toate de la Lazarev încoace pe procese fotochimice, în care fiecare cuantă de lumină produce la absorbţii o transformare chimică care declanşează un întreg lanţ de procese care ajung în conştiinţa noastră sub forma senzaţiei de lumină sau culoare. Sub forma sa cea mai simplă, efectul fotoelectric a fost fenomenul a cărui explicaţie l-a făcut pe Einstein să dea mai multă realitate cuantei de energie a lui Planck, atribuindu-i, o dată cu numele de foton, calităţile unei particule elementare efemere.

Iată de ce nu există manual care să se ocupe de problemele vederii, izvoarelor de lumină sau a iluminatului în care numele lui Planck să nu apară alături de constanta sa universală de acţiune $h = 6{,}62 \times 10^{-27}$ ergisecunde.

Dar omagiile aduse lui Planck în aceste zile se adresează şi omului. Biografia sa impresionează prin linii simple şi hotărîte. Nimic nu reuşeşte să-i zdruncine echilibrul titanic şi sufletesc: nici nerecunoaşterea valorii lucrărilor sale, nici loviturile soartei — îşi pierde un fiu în primul război mondial, al doilea este omorît de hitlerişti, casa-i este distrusă în bombardament şi la 89 ani Planck, cu un geamantan în mînă, trebuie să caute adăpost la prieteni —, nici scepticismul care încearcă să nege posibilităţile de cunoaştere şi valorile morale ale omului. Ultimele sale scrieri cu caracter filosofic reflectă încrederea sa deplină în tot ce dă conţinut vieţii umane.

Prinsă pentru o clipă în lumina reflectoarelor unei aniversări centenare, figura lui Planck continuă să sclipească nestinsă în memoria celor ce i-au cunoscut opera şi i-au ghicit personalitatea.

Dr. **Radu Grigorovici**

De la Comitetul Naţional Romîn pentru CIE

CZ 628.9 :061.1 CIE

La 6 septembrie 1957 Comisia Internaţională a Iluminatului (CIE) a confirmat prin votul său afilierea Republicii Populare Romîne la această Comisie prin intermediul Comitetului Naţional Romîn pentru CIE.

CIE este una din cele mai vechi organizaţii tehnico-ştiinţifice internaţionale. Ea a fost înfiinţată în anul 1900 şi desfăşoară o activitate intensă şi neîntreruptă în toate domeniile teoretice şi practice care sînt în legătură cu problemele iluminatului.

Prin sesiunile sale generale, care se ţin la interval de patru ani, şi prin cele 48 de comitete şi secretariate de lucru, la care participă experţi din cele 27 ţări afiliate, CIE a realizat prin acord şi colaborare internaţională sistemele actuale de mărimi fotometrice şi colorimetrice, etaloanele unităţilor de bază ale acestor sisteme, a introdus clasificări, norme, nomenclaturi şi metode de lucru în toate domeniile tehnicii luminii şi a iluminatului, toate discuţiile şi concluziile fiind publicate, împreună cu o bibliografie bogată a problemelor dezbătute, în Dările de seamă şi în Recomandările sesiunilor generale. Ultima sesiune generală s-a ţinut în 1955 în Zürich; a 14-a sesiune va avea loc în iunie 1959 la Bruxelles şi la ea va participa pentru prima oară şi ţara noastră.

Afilierea Republicii Populare Romîne la CIE va constitui în mod necesar un puternic imbold pentru dezvoltarea preocupărilor în legătură cu problemele opticii fiziologice, ale tehnicii luminii şi iluminatului, precum şi ale învăţămîntului şi legislaţiei respective, în ţara noastră. Obligaţia de a răspunde la chestionarele şi apelurile de colaborare ale CIE, adoptarea normelor, nomenclaturii şi metodelor de lucru elaborate de acest for internaţional, materialul documentar bogat pe care CIE îl pune la dispoziţia Comitetului nostru Naţional şi pe care acesta-l difuzează celor interesaţi, contactul cu specialiştii cei mai de vază din toate ţările, toate acestea nu vor rămîne fără urmări.

Comitetul Naţional Romîn pentru CIE, care funcţionează sub preşedinţia acad. prof. *Eugen Bădărău*, vice-preşedinte fiind prof. ing. *Alexandru Popescu* de la Institutul Politehnic din Bucureşti, şi-a propus de aceea drept prim scop de a elabora un program complex de măsuri pe care să le recomande diferitelor foruri competente din R.P.R., pentru a pune, pe cît posibil, standardele, normele, metodele de încercare, legislaţia şi învăţămîntul nostru de specialitate de acord cu recomandările CIE. Realizarea unui astfel de program ne va apropia treptat de nivelul tehnicii iluminatului din ţările cele mai înaintate ale lumii şi va deschide şi produselor noastre industriale din acest domeniu posibilitatea de a apare pe piaţa internaţională.

În felul acesta Comitetul Naţional Romîn pentru CIE va contribui prin activitatea sa la îmbunătăţirea condiţiilor de muncă şi de trai ale oamenilor muncii din Republica Populară Romînă.

Dr. **Radu Grigorovici**

Comisia permanentă de iluminat ASIT

CZ 628.9

În cadrul secţiei Energetică şi Electrotehnică a Consiliului Central ASIT a luat fiinţă în martie 1957 o comisie permanentă de iluminat. Activitatea comisiei s-a desfăşurat în anul 1957 după un plan de activitate, elaborat de către membrii comisiei.

— S-a elaborat un număr special al revistei „Electrotehnica" (nr. 10/1957) consacrat exclusiv problemelor de iluminat. În afară de articole respective, numărul a mai cuprins referate şi recenzii.

— S-a ales întreprinderea „Tipografia CCS" pentru a i se realiza un sistem de iluminat model cu lămpi cu incandescenţă. Delegaţii comisiei au discutat cu conducerea întreprinderii, care a fost de acord cu această acţiune.

— S-a elaborat o documentaţie privind iluminatul cu lămpi fluorescente şi efectele lui. În acest scop au fost vizitate B.R.P.R. şi Combinatul Poligrafic Casa Scînteii, efectuîndu-se măsurători de iluminări.

— Comisia a participat la avizarea proiectului de standard privind iluminări minime obligatorii (nr. plan 150), proiect întocmit de I.P.C.T.

— S-au ridicat curbele fotometrice ale corpurilor de iluminat fabricate de ELBA, curbe care vor apare într-un catalog al acestor corpuri de iluminat, editat de M.I.A.

— S-a lucrat la termenii de iluminat din cadrul Lexiconului Tehnic.

În cursul anului 1958, comisia şi-a continuat activitatea.

— S-a elaborat un număr special din revista ASIT „Electrotehnica", dedicat problemelor de iluminat.

— S-au redactat şi se redactează curent referate şi recenzii din domeniul iluminatului pentru diferite numere ale revistei „Electrotehnica".

O serie întreagă de probleme şi acţiuni sînt în curs de discuţie sau de realizare şi vor fi rezolvate conform planului de lucru în cursul anului 1958.

Comisia este prezidată de tov. prof. dr. ing. *Aurel Avramescu* membru corespondent al Academiei R.P.R., membrii fiind tov. prof. *R. Grigorovici* şi inginerii *P. Militaru, W. Schapira. E. Ionescu, R. Grünberg, A. Roth, G. Nahmias, N. Rosenberg.*

A.A.

SOMMAIRE

CD 628.971.6 :621.32

Gheorghiu N. :

Réalisations et perspectives dans le domaine des installations d'éclairage des rues

Electrotehnica **6** (1958) 9, 317

L'auteur analyse la situation des installations d'éclairage des rues dans la R.P.R. On décrit les lampes et les appareils d'éclairage, les poteaux et les élements du réseau de production indigène et discute les problèmes de recherches, calcul et exploitation de ces installations. On présente aussi des indications précieuses sur quelques travaux executés ces dernières années (l'éclairage du Boul. 6 Martie, de la Calea Victoriei, etc.) L'article propose aussi des mesures à prendre pour la modernisation des installations d'éclairage des rues dans la R.P.R.

CD 621.326.7.032.321

Avramescu A. :

Contributions au calcul du filament des lampes de très basse tension

Electrotehnica **6** (1958) 9, 328

En partant de la formulation exacte du bilan énergétique du filament de la lampe, l'auteur résout l'équation différentielle non-linéaire correspondante par une méthode graphique et par une méthode analytique approximative. On déduit, moyennant un développement en série, une expression trinôme fort simple pour la répartition de la température le long du filament, ce qui permet son dimensionnement sur des prémisses théoriques rigoureuses. Quelques nomogrammes rendent possible le calcul immédiat des principaux paramètres.

CD 628.964.5 :656.21

Condacse N. et *Rosenberg N.* :

L'éclairage des triages de chemins de fer par batteries de projecteurs

Electrotehnica **6** (1958) 9, 341

L'article présente les problèmes de l'éclairage de triages de chemins de fer en comparant le système d'éclairage individuel à celui d'éclairage par batteries de projecteurs concentrées, en soulignant les avantages du dernier. On décrit la tour d'éclairage de la station Ploești-Triage.

CD 628.9 :621.327.43

Ionescu E. et *Nahmias G.* :

Sur l'amélioration de l'éclairage fluorescent

Electrotehnica **6** (1958) 9, 346

On présente et on discute plusieurs méthodes modernes utilisées à l'élimination des défauts présentés par quelques unes des installations d'éclairage fluorescent, c'est à dire le papillotement et la présence des sources brillantes de grande aire dans le champ visuel. L'article contient unes ynthèse des informations publiées dans la littérature, en même temps que les conclusions de l'expérience des auteurs.

DOCUMENTATION, 354
CHRONIQUE, 355

ILUMINAT ELECTRIC

L.T. Belova: CZ 628.976.338.04

Criterii de alegere a normării iluminatului în întreprinderile industriale. Svetotehnika, 4 (1958) 6, 1—7

T.I. Weinberg:
Filtru luminos pentru conectarea fotoelementelor sensibile spectrale cu seleniu. Svetotehnika, 4 (1958) 6, 20

I.S. Marşak şi *I.K. Ţipkin*: CZ 535.345.6.621.383.42

Acţiunea de orbire a impulsurilor punctului luminos. Svetotehnika, 4 (1958) 6, 21—22

M.C. Riabov: CZ 535.7.612.843.368

Noile norme ale iluminatului artificial. Svetotehnika, 4 (1958) 5, 1—3

A.S. Şaikevici: CZ 628.93.338.04

Despre clasificarea muncii vizuale. Svetotehnika, 4 (1958) 5, 13—20

Pantiuşin S.V. şi *Sokolov A.A.*: CZ 628.976

Modulaţia magnetică a curentului celulelor fotoelectrice. Svetotehnika, 4 (1958) 5, 23—26

Truhanov A.A.: CZ 621.383.014

Despre bazele economice ale normării iluminatului artificial al întreprinderilor industriale
Svetotehnika, 4 (1958) 7, 1—8

Pereţ V.B.: CZ 628.976:338.04

Iluminarea fronturilor laminoarelor. Svetotehnika, 4 (1958) 7, 8—12

Beggs. W.E.: CZ 628.976:621.944

Aplicaţiile optice ale lămpilor de mercur cu arc scurt. Illum. Engng, 53 (1958) 1, 22—30

Bernier C.J. şi *Gungle W.C.*: CZ 621.327.43:537.525.2

Caracteristicile descărcărilor prin licărire ale lămpilor fluorescente. Illum. Engng., 53 (1958) 1, 32—40

Deane B. Judd.: CZ 535.24:535.65

Măsurarea luminii şi culorii. Illum. Engng., 53 (1958) 2, 61—71

Dorothy Nickerson: CZ 628.9:535.62

Măsurarea şi clasificarea proprietăţilor de redare a culorilor ale surselor luminoase. Illum. Engng., 53 (1958) 2, 77—90

George W. Clarck: CZ 534:628.9

Acustica şi iluminatul. Illum. Engng., 53 (1958) 2, 93—102

CZ 621.327.43:683.848.4.001.4

— **Ghidul Asociaţiei Inginerilor Iluminatorişti pentru încercarea fotometrică a armăturilor de exterior, pentru lămpi fluorescente.** Illum. Engng., 53 (1958) 2, 105—111.

Jordan P.B., Pearson C.W., Fischer W.H.: CZ 621.326.7

Lămpi incandescente de 100 W, mai mici şi mai eficace. Illum. Engng., 53 (1958) 3, 121—128

Zemeli Iu.Ia.: CZ 628971:8.683.8

Corpuri de iluminat pentru staţia de metrou „Rijskaia" Svetotehnika, 4 (1958) 7, 13

Novic A.E. şi *Lazarov V.P.*: CZ 221.327.43.024

Lămpi luminescente de curent continuu. Svetotehnika, 4 (1958) 7, 14—18

Gonhberg D.A. şi *Rovinski R.E.*: CZ 621.327.3/7.02.43

Dispozitiv de înaltă frecvenţă pentru aprinderea lămpilor cu descărcări în gaze. Svetotehnika, 4 (1958) 7, 19—23

Dadiomov M.S.: CZ 621.971.7:624.05621.311

Luminarea şantierelor de construcţie a centralelor electrice. Svetotehnika, 4 (1958) 2, 6—10

Rohlin G.N.: CZ 621.327.3/7.032.7

Calculul termic al baloanelor lămpilor cu descărcări în gaze. Svetotehnika, 4 (1958) 2, 10—16

Hazanov V.S. şi *Vitkov M.G.*: CZ 628.9:535.252

Fotometru pentru măsurarea strălucirilor mari. Svetotehnika 4 (1958) 2, 16—18

Gugeli B.M.: CZ 621.327.43:535.314.41

Despre legea micşorării fluxului luminos al lămpilor luminescente. Svetotehnika, 4 (1958) 2, 19—21

Philip F. O'Brien: CZ 628.972:628.936

Interreflecţii în încăperi asimetrice Illum. Engng., **53** (1958) 3, 131—139

Till W.S.: CZ 628.974.7:621.327.43

Dezvoltarea lămpilor fluorescente Deluxe pentru scopuri comerciale şi speciale. Illum. Engng., 53 (1958) 5, 224—234

Zaphyr P.A. şi *Horton G.A.*: CZ 628.9 2:683.8

Calculul coeficienţilor de utilizare pentru armături de interior cu ajutorul maşinilor de calculat. Illum. Engng., **53** (1958) 5, 236—240

Russel C. Putnam şi *Keith D. Bower*: CZ 535.7:612.843.367

Orbirea la nivele scăzute de adaptare. Illum. Engng., **53** (1958) 4, 174—184

Gregory H.S.: CZ 628.92../.93:727.1

Lumină naturală plus lumină electrică în şcoli. Illum. Engng., **53** (1958) 4, 191—192

Jean Delisle: CZ 683.849.1

Fluorescenţa şi incandescenţa în corpul de iluminat. Lux, 26 (1958) 1, 8—9

Jaques Filleux: CZ 621.326.43.032.43:621.318.423

Noi şocuri cu umplutură de poliester. Lux, 26 (1958) 1, 14—15

CZ 621.326.7.032.185:725.81

— **Lampa cu xenon şi utilizarea ei în teatru.** Lux, 26 (1958) 1, 16—17

Knorring G.M.: CZ 628.965.5

Metodica de proiectare şi alegerea elementelor instalaţiilor de iluminat cu proiectoare. Svetotehnika, 4 (1958) 3, 34—40

Damski A.I.: CZ 683.8:728.1

Noi corpuri de iluminat pentru şcoli. Svetotehnika, 4 (1958) 4, 1—4

Kustarev A.K.: CZ 535.7:612.843.317.3

Adaptarea la culori. Svetotehnika, 4 (1958) 4, 4—9

Cărți sovietice noi în curs de apariție

* * * **Manual cu principalele formule matematice.** Ed. Academiei de Științe a R.S.S. Ucrainiene — Programată pentru trim. IV/1958.

Sînt date principalele formule din Matematica elementară și superioară, necesare pentru calculele inginerești și pentru înțelegerea literaturii tehnice moderne. Manualul include atît formulele de uz general cît și formulele din anumite ramuri ale Matematicii care se folosesc numai în anumite ramuri ale tehnicii (calculul operațional, transformarea Fourier etc.). Formulele sînt însoțite de indicații care lămuresc modul lor de aplicare.

*

* * * **Determinarea punctelor de defect în liniile aeriene și cabluri.** Gosenergoizdat — Programată pentru trim. IV/1958.

Broșura conține o culegere de articole din periodicile străine, în care sînt expuse cercetări în legătură cu metodele de determinare a defectelor în liniile aeriene și de cabluri. Este descris aparatajul folosit și sînt date rezultatele încercării și exploatării acestui aparataj.

*

* * * **Regimurile de funcționare a sistemelor electroenergetice automatizate.** Sub redacția lui V. A. Venikov. Gosenergoizdat — Programată pentru trim. IV/1958.

Lucrarea conține trei articole traduse în limba rusă din periodicile străine de specialitate, în care se studiază problemele reglajului automat al sistemelor electroenergetice automatizate și interconectate. În primele două articole se studiază probleme în legătură cu reglajul frecvenței și cu repartiția puterii active între agregate. Al treilea articol conține o serie de propuneri în legătură cu simplificarea calculelor de stabilitate dinamică a sistemelor energetice.

*

* * * **Manual electrotehnic.** Editura Academiei de Științe a R.S.S. Ucrainiene. — Programată pentru trim. IV/1958.

Manualul conține noțiunile, legile, definițiile și principalele relații referitoare la următoarele ramuri ale Electrotehnicii: bazale teoretice ale electrotehnicii, partea electrică a centralelor electrice, partea electrică a rețelelor și sistemelor electrice, mașini și aparate electrice, instalații și aparate electrie de măsură, instalații și aparate de automatizare și telemecanică, aplicațiile casnice ale electricității, electronică, radiotehnică, cibernetică. În afara materialul descriptiv, manualul conține tabele, diagrame etc. La sfîrșitul fiecărui capitol se prezintă o amplă bibliografie.

*

* * * **Linii cu cabluri de înaltă tensiune.** Culegere de articole traduse din limba germană și engleză. Gosenergoizdat — — Programată pentru trim. IV/1958.

Sînt date descrierile construcțiilor de cabluri de înaltă tensiune. Se studiază problemele esențiale în legătură cu construirea liniilor cu cabluri de înaltă tensiune.

*

* * * **Termorezistoare din semiconductoare.** Culegere de articole. Gosenergoizdat — Programată pentru trim. IV/1958.

Se studiază parametrii și caracteristicile termistoarelor de fabricație sovietică cum și metodele de determinare a acestor caracteristici. Se dau schemele și metodele de calcul a dispozitivelor pentru măsura și reglajul temperaturii, a nivelului de stabilizare a tensiunii, cum și domeniile posibile de aplicație a termistoarelor.

Construim şi furnizăm:

RFT

INSTALAŢII TELEFONICE AUTOMATE PENTRU CENTRALE PUBLICE

cu selectoare rotative sau rotative ridicătoare după sistemul VStW 50, VStW 50 kl, sistemul F şi sistemul 56 cu selectoare antrenate cu motor în toate treptele de selectare.

INSTALAŢII COMPLETE DE SELECTOARE PENTRU CENTRALE SECUNDARE

Instalaţii mari de selectoare (GWN) pentru centrale secundare cu selectoare rotative sau rotative ridicătoare.
Sisteme tipizate pentru centrale secundare (ENS) cu selectoare antrenate cu motor de orice mărime în ce priveşte trunchiurile şi numărul de racorduri.
Instalaţii mijlocii de selectoare (MWN) pentru centrale în construcţie joasă, în special adaptabile în cazurile cu mai puţin de 100 abonati.

CENTRALE COMPLETE INTERURBANE ŞI DE APEL
CENTRALE AUTOMATE PENTRU CALEA FERATĂ

cu selectoare rotative sau rotative ridicătoare cum şi selectoare antrenate cu motor pentru comunicaţiile complet automate locale sau interurbane.
Instalaţii pentru întreprinderi cu apel inductiv (Sistem regional „Basa").

INSTALAŢII CU SELECTOARE PENTRU TELECOMUNICAŢII ÎN SCRIS (TW 55)

pentru reţele publice „Telex", pentru instituţii etc.
Maşini de apel şi de semnalizare.
5 VA, 15 VA şi 60 VA pentru diferite sisteme.
Generatoare de 50 Hz.

ELEMENTE DE CONSTRUCŢIE

Selectoare antrenate cu motor cu 100 de linii.
Selectoare cu rotaţie şi ridicare 27.
Selectoare cu rotaţie 27.
Relee plate 48.
Condensatoare rotative pentru radio şi pentru scopuri de măsură.

VEB INTREPRINDERE DE TELECOMUNICAŢII ARNSTADT

Marca fabricii, Semnul RFT

ARNSTADT/THÜRINGEN, Bierweg 6

Aparate de joasă tensiune

1 **INTRERUPTOARE** de tip MO şi MCO cu contacte în ulei, cu tensiune nominală de serviciu pînă la 500 V, pentru protecţia motoarelor şi generatoarelor.

2 **DISJUNCTOARE** uscate tripolare de tip MK şi MN de putere medie, cu tensiune nominală de serviciu 700 V, curent nominal 400 — 2 000 A; pot fi montate pe tablourile de distribuţie pentru protecţia motoarelor şi generatoarelor.

3 **INTRERUPTOARE CU CAME** de tip VBK, cu tensiune nominală de serviciu 500 V, cu mai multe perechi de poli şi conexiuni interne, utilizabile ca comutatoare de instrumente sau comutatoare combinate de comandă.

SOCIETATE UNGARĂ PENTRU COMERŢUL EXTERIOR CU ARTICOLE ELECTRICE

Scrisori:
Budapesta 62.B.P.377

Telegrame:
TRANSELEKTRO Budapesta

TRANSELEKTRO

E 2040

REFERATIVA KAT

ELECTROTEHNICA

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
ОБМЕН - C[illegible]
VYME[illegible] - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

10

Electrotehnica — București

Anul 6 ★ nr. 10 ★ octombrie 1958

Către cititorii noştri

Urmărind îmbunătăţirea continuă a conţinutului şi a formei revistei noastre, Comitetul de redacţie a luat numeroase măsuri, al căror scop este de a face revista mai utilă, mai documentată şi mai atrăgătoare masei cititorilor. Unele din aceste măsuri necesită explicaţii şi o îndrumare pentru a asigura o întrebuinţare raţională a revistei. Unele explicaţii se dau mai jos, iar pentru informaţii de detaliu rugăm pe cititorii noştri să se adreseze direct redacţiei revistei noastre.

Revista are următoarele părţi : partea de fond, partea documentară şi inseratele.

1. Partea de fond *conţine : articole, note discuţii, referate, recenzii, norme şi standarde şi cronica. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică şi o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detaşeze şi să se lege formînd colecţia revistei.*

1.1. Articole. *Articole de fond privind luări de poziţii, comentarii faţă de evenimente politice, economice şi tehnice de importanţă mare.*

Articolele tehnico-ştiinţifice, tehnico-economice sau tehnologice (4—6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză, se publică în condiţiile comunicate autorilor pe prima contrapagină a numerelor revistei din anul 1957. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacţională destinată a situa articolul în tematica revistei şi în problematica actuală a domeniului, cu sublinierea importanţei sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a uşura regăsirea unui articol într-o colecţie de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care împreună cu fişele documentare ale sumarelor în limba romînă şi în patru limbi străine permit identificarea obiectului articolelor şi pentru cititorii străini care nu cunosc limba romînă.

În acelaşi timp sumarele pe fişe (v. mai jos) şi tablele de materii anuale, pe 5 ani etc. dau posibilitatea regăsirii uşoare a unui articol în colecţie.

1.2. Notele *sînt expuneri mai scurte şi de o importanţă mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal şi se introduc în sumarele anuale.*

1.3. Discuţii *asupra unor lucrări sau articole apărute constînd dintr-o luare de poziţie şi un răspuns, se admit fără ca redacţia să ia un angajament sau responsabilitate în ce priveşte părerile exprimate. Discuţiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori şi cititori.*

1.4. Referatele *sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din ţară şi din străinătate care se consideră de către redacţie a fi interesante şi utile cititorilor. Indicaţia bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele şi referinţe bibliografice).*

1.5. Recenzii *sînt prezentări mai ample şi critice ale unor lucrări de anvergură, cărţi, monografii, dizertaţii. Recenzorii se aleg de către redacţie printre persoanele competente în domeniul respectiv şi care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă şi să permită îmbunătăţiri la o nouă ediţie.*

1.6. Norme şi standarde *este o rubrică de prezentare a ultimilor ştiri privind redactarea şi apariţia de norme şi standarde electrotehnice în ţară şi străinătate (norme internaţionale).*

1.7. Cronica *serveşte la anunţarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii : congrese, conferinţe, aniversări, comemorări etc.*

2. Partea documentară *a revistei este mult amplificată faţă de trecut avînd în vedere nevoia acută de a promova şi îmbunătăţi documentaţia tehnico-ştiinţifică în masa inginerilor şi tehnicienilor electricieni.*

2.1. Sumarele *sînt redactate în cinci limbi sub formă de fişe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificaţie zecimală şi referinţe bibliografice normale (denumirea şi numărul revistei se repetă pe fiecare fişă). Dispuse pe fanioane care se detaşează la scoaterea broşelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate şi ordonate în fişiere bibliografice individuale, ca şi :*

2.2. Titlurile *unor articole recente din periodice din ţară şi străinătate, care pot să prezinte interes pentru inginerii sau tehnicienii noştri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4.).*

3. Inseratele sînt :

3.1. Anunţuri *de evenimente şi apeluri către cititori sau autori.*

3.2. Reclame *şi prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi electrotehnice din ţară şi străinătate.*

Condiţiile pentru inserarea de anunţuri şi reclame se comunică de către redacţie celor interesaţi.

Redacţia speră a fi acţionat în interesul cititorilor luînd aceste măsuri şi îşi propune ca obiectiv şi în viitor să facă revista cît mai utilă, mai interesantă şi cît mai vie.

Revista „Electrotehnica", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Grele Editor : Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia : Bucureşti, Str. Ion Ghica nr. 3, telefon 16.78.78. Administraţia şi Casieria : Bucureşti, Cal. Victoriei, 118, telefon 14 06 24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic ilustrativ apărut în revistă cît şi cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual : pentru întreprinderi lei 96, individual lei 30. Preţul unui exemplar : lei 5. Abonamentele se primesc la sediul administraţiei sus indicate. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică nr. 3. Bucureşti.

ELECTROTEHNICA

Anul 6 Nr. 10 octombrie 1958

SUMAR

*** **A 41-a aniversare a Marii Revoluții Socialiste din Octombrie**
Electrotehnica **6** (1958) 10, 357
CZ 621.313.322-81

Nicolau, Alex. : **Probleme în construcția turbogeneratoarelor de mare putere**
Electrotehnica **6** (1958) 10, 359

Se prezintă o sinteză a principalelor probleme tehnico-economice care se pun în legătură cu construirea turbogeneratoarelor de puteri din ce în ce mai mari. Se analizează problemele presiunilor și temperaturilor utilizate în turbine, turației, randamentului, ventilației materialelor active și și izolante folosite etc. Se compară diferitele soluții adoptate în tehnica mondială, scoțîndu-se în evidență avantajele și dezavantajele lor.

CZ 621.316.3 + 016.313 :621.316.313
Preda, M. : **Probleme referitoare la calculul și studiul pe modele al rețelelor trifazate nesimetrice**
Electrotehnica **6** (1958) 10, 368

Pe baza teoriei coordonatelor simetrice se indică o metodă de analiză și de calcul al rețelelor trifazate cu receptoare statice nesimetrice în regim armonic permanent. Se dă o metodă de calcul care reduce cu o treime numărul de ecuații care trebuie rezolvate simultan

CZ 621.326.75.032.3
Avramescu, A. : **Metodă practică de dimensionare a filamentului lămpilor de foarte joasă tensiune**
Electrotehnica **6** (1958) 10, 375

Pe baza soluționării teoretice a problemei se indică o metodă practică de calcul care se poate ușura considerabil prin întrebuințarea unor nomograme. Avantajul acestora este că mărimile de intrare rămîn arbitrare și se pot face ușor corectări ale valorilor calculate. — Modelele de lămpi construite pe baza metodei noi de proiectare au arătat la verificarea prin măsurători, o bună concordanță cu datele calculate. Metoda se poate utiliza la toate lămpile incandescente mici alimentate din baterii, la lămpi pentru proiectoare (auto, foto etc.) și la tuburi electronice cu catod filiform.

CZ 621.319.4. :621.316.727
Bercu, A. : **Condensatoare pentru îmbunătățirea factorului de putere realizate la Institutul de cercetări electrotehnice**
Electrotehnica **6** (1958) 10, 387

Sînt descrise prototipurile de condensatoare de forță de joasă tensiune realizate la ICET. Se studiază detaliat materialele folosite pentru fabricarea acestor condensatoare

REFERATE 394
CRONICĂ 396

CONTENTS

*** **The 41 st anyversary of the Great Socialist Oktober Revolution**

Electrotehnica **6** (1958) 10. 357

LC 631.313.322-81

Nicolau Alex. : **Problems in the construction of power turbogenerators**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 359

A synthesis of the main technical and economic problems which are being posed in relation to the construction of larger and larger power turbogenerators is presented. The problems of pressures and temperatures used in turbines, of the numbers of revolutions, of the efficiency, of the ventilation, of the active and insulating materials utilized etc., are analyzed. The different solutions adopted in world engineering are being compared, pointing out their respective advantages and drawbacks.

DC 621.316.13.016.313 :621.316.313

Preda M. : **Problems concerning calculus and study on models of unsymmetrical three-phase networks**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 368

Based on the symmmetrical coordinates theory, an analytical and calculating method of 3-phase networks with unsymmetrical state receivers in permanent harmonic operating conditions, is being indicated. A calculating method is given, by which the quantity of equations to be solved simultaneously may be reduced by one third.

DC 621.326.75.032.3

Avramescu A. : **A practical method of dimensioning the filament of very low voltage lamps**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 375

Based on the theoretical solution of this problem, a practical calculating method is being indicated, that may be considerably facilitated by using certain nomograms. Their advantage is that the entrance quantities are remaining arbitrary and the correction of calculated values may be easily carried out. Models of lamps constructed on base of the new projection method have shown, at the verfication by measurements, a good concordance with the calculated data. The method may be utilized : at all small incandescent lamps fed from batteries, at lamps for projectors (for auto, foto, and so on), as well as at electron tubes with filiformed cathodes.

DC 621.319.4 :621.215.727

Bercu A. : **Condensers for improving the power factor, achieved at the Institute of Electrical Engineering Research (ICET)**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 387

The low voltage power condenser standards performed at the Institute of Electrical Engineering Research (ICET) are being described. The materials used for manufacturing these condensers are studied in detail.

ABSTRACTS, 394

CHRONICLE, 396

СОДЕРЖАНИЕ

*** * * 41-я Годовщина Великой Социалистической Октябрьской Революции**

Electrotehnica **6** (1958) 10, стр. 357

ДК. 621.313.322—81

Nicolau Al: **Основные задачи конструирования мощных турбогенераторов.**

Electrotehnica **6** (1958) 10, стр. 359

Рассматриваются основные технико-экономические задачи конструирования современных мощных турбогенераторов, в том числе: давления и температуры паровых турбин, скорость вращения, отдача, вентиляция, активные и изолирующие материалы и т.д. Сравниваются различные решения принятые в всемирной технике производства и выявляются их достоинства и недостатки.

ДК. 621.316.13.016 : 621.316.313

Preda M: **Задачи расчета и исследования на моделирующих устройствах, трехфазных несимметричных сетей.**

Electrotehnica **6** (1958) 10, стр. 368

На основе теории симметричных составляющих приводится метод анализа и расчета трехфазных сетей содержащих несимметричные статические приемники при установившемся гармоническом режиме. Метод позволяет уменьшить на одну треть количество уравнений, совместное решение которых решает задачу.

ДК. 621.326.75.032.3

Avramescu A: **Практический метод расчета нитей ламп весьма низкого напряжения.**

Electrotehnica **6** (1958) 10, стр. 375

На основе теоретический разработки вопроса, изложенной в предыдущих статьях, дается практический метод использующий специально разработанные номограммы. Образцы ламп сконструированные на основе предложенного метода расчета дали удовлетворительные результаты.

ДК. 621.319.4 : 621.316.727

Bercu A : **Конденсаторы для улучшения коэффициента мощности, разработанные в Электротехническом научно-исследовательском институте.**

Electrotehnica **6** (1958) 10, стр. 387

Описаны образцы силовых конденсаторов низкого напряжения, разработанные в Электротехническом научно-исследовательском институте. Особо рассматриваются материалы, использованные для конструкции этих конденсаторов.

РЕФЕРАТЫ стр. 394

ХРОНИКА, стр. 396

INHALTSVERZEICHNIS

*** **Die 41. Jahresfeier der grossen Sozialistischen Oktoberrevolution.**
Electrotehnica **6** (1968) 10, 357

DK 621.313.322-81

Nicolau Alex.: **Probleme beim Bau von Grenzleistungsturbogeneratoren**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 359

Der Aufsatz bringt eine Zusammenfassung der wichtigsten technisch-wirtschaftlichen Aufgaben, welche beim Bau von Turbogeneratoren grosser Leistung gestellt werden. Behandelt werden die Probleme der Drücke und Temperaturen, der Drehzahl, des Wirikungsgrades, der Belüftung von verwendeten aktiven und isolierenden Stoffen u.s.w.. Verschiedene Lösungen werden miteinander verglichen, Vor-und Nachteile hervorgehoben.

DK 621.316.13.016.313 :621.316.313

Preda M.: **Probleme der Berechnung und Untersuchung von unsymmetrischen Drehstromnetzen mittels Modelle**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 368

Auf Grund der Theorie der symmetrischen Komponenten wird eine Berechnungsmethode der Drehstromnetze mit statischen Verbrauchern bei harmonischem Dauerbetrieb angegeben. Die vorgeschlagene Berechnungsmethode reduziert die Zahl der gleichzeitig zu lösenden Gleichungen um ein Drittel.

DK 621.326.75.032.3

Avramescu A.: **Praktische Methode zur Bemessung des Glühdrahtes bei Lampen sehr niedriger Spannung**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 375

Auf Grund der theoretischen Lösung der Aufgabe wird eine praktische Rechnungsmethode angegeben, welche ihrerseits durch Verwendung von Nomogrammen beträchtlich vereinfacht werden kann. Der Vorteil dieser Nomogramme besteht darin, dass die Anfangsgrössen entsprechend gewählt und die Endwerte leicht geändert werden können. Die auf Grund der neuen Entwurfsmethode hergestellten Lampenmodelle habenbei der Messkontrolle eine volle Übereinstimmung mit den errechneten Werten erwiesen. Die Methode lässt sich bei allen kleinen batteriegespeisten Glühlampen, (Auto-, Photo- u.s.w.) Scheinwerferlampen sowie bei Elektronenröhren mit fadenförmiger Kathode anwenden.

DK 621.319.4 :621.316.727

Bercu A.: **Im Institut für elektrotechnische Forschungen hergestellte Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors.**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 387

Es werden die Musterstücke der Niederspannungs - Kondensatoren beschrieben, die im ICET ausgeführt wurden. Einzelheiten über die hierbei verwendeten Stoffe werden besprochen.

RUNDSCHAU, 394
NACHRICHTEN, 396

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 6 nr. 10 București, octombrie 1958

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1885

A 41-a aniversare a Marii Revoluții Socialiste din octombrie

Aeum 41 de ani, proletariatul din Rusia în alianță cu masele țărănimii, sub conducerea gloriosului Partid Comunist bolșevic în frunte cu Lenin, răsturnînd dominația capitaliștilor și moșierilor pe a șasea parte a globului pămîntesc a deschis o nouă eră în desvoltarea societății omenești, era lichidării exploatării capitaliste și a vietoriei socialismului în lumea întreagă. Idealurile pe care le-au vestit cu 41 de ani în urmă tunurile „Aurorei", idealurile unei lumi lipsite de exploatare și asuprire au devenit astăzi o vie realitate pentru mai bine de o treime din omenire. Ecoul lor a pătruns adînc în milioane de conștiințe omenești, a însuflețit masele de oameni ai muncii din toate țările lumii în lupta lor pentru libertate și progres social. Înfăptuind Marea Revoluție din octombrie, apărînd cuceririle acestei revoluții în lupta cu dușmanii interni și din afară, eroica clasă muncitoare din Rusia, condusă de partidul său a dovedit lumii întregi că masele celor ce muncesc sînt în stare nu numai să distrugă vechea și putreda orînduire socială a capitalismului dar și să construiască un sistem nou, socialist, care lichidează pentru totdeauna exploatarea. Credincios învățăturii marxist-leniniste, intransigent față de orice deviere de la această învățătură verificată de istorie, față de oportunism și revizionism, P.C.U.S. a mobilizat masele de milioane de muncitori și țărani, pe toți oamenii muncii din U.R.S.S. la lupta pentru măreața cauză a construirii unei vieți noi. Astăzi, cînd filele calendarului consemnează pentru a 41-a oară aniversarea Marelui Octombrie, oamenii sovietici privesc cu mîndrie în urmă la drumul parcurs. În tot acest interval, poporul sovietic a înfăptuit grandioase opere de industrializare socialistă a țării, de transformare socialistă a agriculturii, a creat o cultură nouă, a făcut un tip nou de democrație. socialistă, care asigură participarea cea mai largă a maselor la conducerea treburilor de Stat.

Sub conducerea partidului, popoarele sovietice dau astăzi viață hotărîrilor Congresului al XX-lea al P.C.U.S., construiesc comunismul, rezolvînd cu succes sarcina istorică de a depăși principalele țări capitaliste în ceea ce privește producția pe cap de locuitor. U.R.S.S. a depășit deja din punct de vedere al producției industiale toate țările capitaliste din Europa și a întrecut de pe acum S.U.A. din punct de vedere al producției globale cît și al producției calculate pe cap de locuitor la minereu de mangan, nichel, crom, azbest, Ritmul uimitor de rapid în care se dezvoltă astăzi economia sovietică este cea mai sigură garanție a îndeplinirii acestei sarcini. Astfel, numai creșterea producției industriale în acest an depășește întreaga producție din 1913 a Rusiei țariste respectiv la energie electrică de 12 ori, la petrol cu peste 50 la sută, la ciment de 3 ori. În timp ce Anglia a depășit în 1957 nivelul producției industriale a anului 1913 de numai 1,8 ori iar Statele Unite de 4,1 ori, producția industrială realizată astăzi de U.R.S.S. depășește pe cea a Rusiei prerevoluționare de 36 de ori. SUA, Angliei și Germaniei le-au trebuit 80 — 150 ani pentru a-și spori volumul producției industriale de aproximativ 30 de ori.

Noi și importante vietorii în lupta pentru construirea comunismului au fost obținute de poporul sovietic în anul 1958. Industria socialistă și în primul rînd baza ei, industria grea s-au dezvoltat anul acesta. ca și înainte, în ritmul cel mai rapid. În URSS se înfăptuiește astăzi un vast program de construcții noi. Astfel statul va investi în economia națională peste 230 miliarde de ruble, adică cu 11 la sută mai mult decît în 1957. Investițiile în economia națională pe anul acesta vor depăși totalul investițiilor făcute în toți anii primelor două cincinale luate la un loc. În acest an se vor construi 7 furnale cu o capacitate de 4.700.000 tone de fontă pe an, ceea ce depășește cu 12 la sută întreaga producție de fontă a Rusiei din anul 1913; în regiunea Stalinov a început să producă una din cele mai mari baterii de cocs din lume, în regiunea Lugansk un cuptor Martin de foarte mare capacitate iar la uzina Novo-Kramatovsk se construiește un puternic laminor complet automatizat care va egala aproape întreaga producție de laminate feroase obținute în Rusia țaristă în 1913.

Realizări importante au fost obținute și în domeniul energeticii. În acest an a fost terminată construcția hidrocentralei „Lenin" de pe Volga, una din cele mai mari din lume, a fost zăgăzuită apa fluviului Volga în regiunea șantierului de construcție al hidrocentralei de la Stalingrad, unde vor fi date în exploatare încă în trimestrul IV al acestui an două turbine de cîte 105.000 kW. Deasemenea, pe rîul Angara se construiește hidrocentrala de la Bratsk, mai puternică decît cele două amintite anterior. În Uniunea Sovietică, țara primei centrale atomoelectrice din lume, a fost pusă în funcțiune o nouă centrală atomoelectrică. A fost pus deasemenea în funcțiune primul grup electrogen al puternicei termocentrale de la Tom-Ususk. A fost construită și dată în exploatare noua linie de înaltă tensiune pentru transportul energiei electrice Bugulma — Zlatoust, care va fi prelungită pînă la sfîrșitul anului pînă la Celeabinsk. În acest fel se creiază în acest an o linie unică de înaltă tensiune, Moscova-Celeabinsk, lungă de peste 1 700 km., cea mai mare și mai puternică din lume.

În URSS este în curs de înfăptuire un vast program de dezvoltare accelerată a industriei chimice și se pun în funcție numeroase întreprinderi ale industriei ușoare și alimentare.

Realizări uriașe au fost dobîndite și în domeniul agriculturii. În anii care au trecut dela Marea Revoluție Socialistă din octombrie, URSS a devenit țara celei mai mari agriculturi din lume, cu un înalt nivel de mecanizare. Măsurile importante luate în ultimii ani de P.C.U.S. și guvernul sovietic în vederea dezvoltării agriculturii au determinat obținerea unor rezultate deosebit de frumoase în creșterea producției cerealiere și a producției la hectar. Între anii 1954 — 1957 producția globală a agriculturii colhoznice a crescut în medie cu 7,1 la sută în timp ce în SUA, producția agricolă a crescut numai cu 1,1 la sută. În prezent URSS produce de peste două

ori mai mult grîu, aproximativ de două ori mai multă sfeclă de zahăr şi mai mulţi cartofi decît SUA.

Orînduirea sovietică a deschis cele mai largi posibilităţi de progres ştiinţei şi tehnicii, nu numai prin condiţiile materiale asigurate ei în primul rînd prin valorificarea uriaşului rezervor de talente pe care îl constituie masele largi ale poporului. Realizările epocale obţinute de oamenii ştiinţei şi tehnicii sovietice în explorarea spaţiului cosmic, în construirea sateliţilor artificiali ai pămîntului, a rachetei balistice intercontinentale, a centralelor atomoelectrice, a navelor aeriene reactive, în cercetările privind stăpînirea şi folosirea energiei termonucleare, au stîrnit admiraţia întregii lumi. Datorită acestor realizări, URSS a întrecut în multe domenii ale ştiinţei şi tehnicii ţări capitaliste cu o veche tradiţie şi o economie dezvoltată.

Creşterea rapidă a producţiei industriale şi creşterea producţiei agricole au creat posibilităţi mereu sporite de îmbunătăţire a nivelului de trai al maselor. Astfel, în anul 1958, venitul naţional al URSS va creşte cu 8 la sută, numai sporul din acest an fiind egal cu întregul volum al venitului naţional din anul 1930. În prezent se desfăşoară pe un front larg lucrările de trecere a muncitorilor şi funcţionarilor la ziua de muncă de 7 şi 6 ore, în primul rînd în ramuri ale industriei ca industria cărbunelui, siderurgiei, industria chimică, precum şi în industria constructoare de maşini, industria petrolului şi a gazelor. Creşterea necontenită a circulaţiei mărfurilor cu amănuntul constituie un indiciu grăitor al ridicării bunei stări materiale a poporului sovietic. Numai în ultimii doi ani, volumul global al acesteia a crescut cu peste 20 la sută, această creştere fiind egală cu jumătate din întreaga circulaţie a mărfurilor în anul 1940. Construcţia de locuinţe pentru oamenii muncii a luat un avînt neobişnuit. Proporţiile grandioase ale acestei acţiuni se reflectează în faptul că numai în anul 1958 se vor construi pentru populaţia urbană locuinţe pe o suprafaţă totală de peste 62 milioane metri patraţi, adică cu 50 la sută mai mult decît s-a construit în cursul celui de al doilea plan cincinal. A crescut simţitor şi nivelul sanitar al populaţiei. Astăzi, în URSS sînt 17 medici la 10 000 locuitori în timp ce în Rusia ţaristă nu exista decît unul singur iar în SUA, după datele din 1955 — numai 12 medici.

Victoriile istorice ale construcţiei socialismului şi comunismului în URSS constituie premizele unei dezvoltări şi mai impetuoase în anii viitori. Grandiosul plan de 7 ani (1959-1965) de dezvoltare a societăţii sovietice ale cărui cifre — după cum a arătat N. S. Hruşciov — vor face ca „întreaga lume să fie uimită de perspectivele desvoltării economiei socialiste", conturează tot mai mult edificiul luminos al comunismului. Cel de al XXI-lea Congres extraordinar al P.C.U.S. care va avea loc în curînd va marca o nouă etapă în desfăşurarea operei de construire a comunismului în URSS, avînd de dezbătut programul unor noi realizări în industrie, agricultură, ştiinţă şi tehnică, al unui avînt fără precedent al dezvoltării forţelor de producţie în Uniunea Sovietică.

Marea Revoluţie Socialistă din Octombrie a deschis un drum nou nu numai în faţa popoarelor din URSS. Ea a accelerat ritmul dezvoltării şi triumful socialismului în întreaga lume. În urma celui de al doilea război mondial, popoarele dintr-o serie de ţări ale Europei şi Asiei, printre care şi poporul nostru, au răsturnat puterea capitalistă, s-au unit într-o mare familie, transformînd socialismul într-un sistem mondial. Aparţia lagărului socialist a constituit o măreaţă cucerire a întregii mişcări muncitoreşti şi revoluţionare mondiale. Legate prin comunitate de interese, de idei, prin acelaşi scop final, comunismul, ţările lagărului socialist construiese astăzi cu succes o nouă orînduire. Victoriile obţinute în anii de după cel de al doilea război mondial de ţările lagărului socialist se datoresc în mare parte marelui ajutor frăţesc, internaţionalist, pe care Uniunea Sovietică l-a acordat şi îl acordă necontenit acestor ţări, precum şi relaţiilor statornicite între ele, relaţii al căror conţinut principal îl constituie colaborarea frăţească şi ajutorul prietenesc.

Succesele popoarelor care construiese socialismul, scot şi mai mult în evidenţă deosebirea dintre sistemul socialist şi cel capitalist. În neputinţa lor de a rezolva problemele arzătoare ale dezvoltării societăţii contemporane, imperialiştii sporesc cheltuielile militare, înteţesc cursa înarmărilor, provoacă conflicte armate, intensifică războiul rece împotriva ţărilor socialiste, calcă în picioare suveranitatea şi independenţa altor popoare, încercînd să înăbuşe lupta oamenilor muncii pentru democraţie şi socialism. În opoziţie cu politica ţărilor imperialiste, politica externă a statelor socialiste este îndreptată spre slăbirea încordării internaţionale, spre rezolvarea paşnică a problemelor litigioase şi triumful principiilor coexistenţei paşnice între state cu orînduiri sociale deosebite, spre încetarea imediată, necondiţionată şi pentru totdeauna a experienţelor cu armele nucleare, ca o măsură primă şi absolut necesară pentru trecerea la interzicerea folosirii acestor arme şi la dezarmarea generală. Creşterea şi întărirea continuă a forţelor păcii în întreaga lume creează posibilitatea reală de a zădărnici uneltirile războinice al cercurilor imperialiste agresive.

Mergînd neabătut pe drumul deschis de Marea Revoluţie din octombrie, poporul nostru, sub conducerea P.M.R. a obţinut succese remarcabile în construirea bazei economice a socialismului. Dintr-o ţară înapoiată, Romînia a devenit în numai 14 ani o ţară cu o industrie puternică şi o agricultură în plină desvoltare şi transformare socialistă. Capacitatea industriei noastre a crescut în aşa măsură încît satisface aproape în întregime nevoile interne, unele sortimente producîndu-se pentru export. Producţia globală industrială a crescut la circa 4 ori faţă de anul 1938, producţia ramurii construcţiilor de maşini de aproape 7 ori, producţia de energie electrică de 7,4 ori. Pe baza creşterii industriei grele s-au dezvoltat toate ramurile economiei naţionale, producţia bunurilor de larg consum şi agricultura, fapt care duce la ridicarea necontenită a nivelului de trai al poporului. În sectorul agricol, bilanţul pe care oamenii muncii îl încheie anul acesta constituie o dovadă vie a faptului că ţărănimea noastră muncitoare urmează cu încredere calea arătată de partid, înfăptuindu-se cu succes sarcinile trasate de Congresul al II-lea al P.M.R. cu privire la transformarea socialistă a agriculturii. Sectorul socialist din agricultură reprezintă astăzi 54 la sută din întreaga suprafaţă agricolă a ţării. Numărul mare de maşini şi unelte cu care a fost înzestrată agricultura fo osirea metodelor ştiinţifice de lucru au determinat o sporire considerabilă a producţiei agricole vegetale şi animale. Alături de clasa muncitoare şi ţărănimea muncitoare, intelectualitatea aduce o contribuţie tot mai mare la opera de făurire a culturii noi, socialiste, la răspîndirea ştiinţei şi culturii în masele largi.

Sărbătorind aniversarea Marii Revoluţii Socialiste din octombrie, oamenii muncii din ţara noastră îşi manifestă încrederea nestrămutată în Partidul Muncitoresc Romîn, conducătorul încercat al poporului în lupta pentru buna stare şi socialism. La cea de a 41-a aniversare a Marii Revoluţii, întregul nostru popor îşi exprimă dragostea fierbinte faţă de gloriosul popor sovietic şi exprimă totodată profunda lui recunoştinţă faţă de Partidul Comunist al Uniunii Sovietice şi guvernul sovietic pentru multilateralul ajutor internaţionalist acordat cu sinceră prietenie oamenilor muncii din RPR în lupta lor pentru victoria socialismului în patria noastră.

Trăiască cea de a 41-a aniversare a Marii Revoluţii Socialiste din octombrie!

Probleme în construcția turbogeneratoarelor de mare putere

ALEXANDRU NICOLAU — București *)

În tehnica mondială de producere a energiei electromagnetice, turbogeneratoarele de mare putere se impun din ce în ce mai mult. Folosirea lor în centralele atomoelectrice este de asemenea indispensabilă. Construirea unor unități din ce în ce mai mari ridică o serie de probleme tehnice de cea mai mare importanță. Autorul trece în revistă aceste probleme indicînd pe baza datelor din literatura de specialitate, soluțiile tehnice adoptate.

CZ 621.313.322—81

Consumul de energie electrică, în toate țările dezvoltate este în creștere atît de rapidă, încît el se dublează într-un timp de 6—9 ani. Cifrele care urmează și care reprezintă creșterea de consum în diferite țări pe 1957 față de 1956 în procente, ilustrează acest fapt: Elveția 7,8%, Italia 8,6%, Belgia 10,3%, Germania federală 11%, Franța și Republica Cehoslovaca 11,1%, S.U.A. 12,5%. Desigur că în Uniunea Sovietică, unde progresele sînt și mai rapide, situația este aceeași. Această creștere de consum nu se poate acoperi numai printr-o mai bună utilizare a grupurilor generatoare existente, ci trebuie instalate unități noi.

Cît de gravă este această problemă se vede din diagrama din fig. 1 care arată care ar fi necesitățile probabile în S.U.A. între 1960—1980. Uzinele hidraulice, care reprezintă numai 10% din puterea totală acuză o creștere lentă, din cauza capitalurilor imense de care este nevoie pentru construcția lor și a timpului lung de punere în funcționare de 4—6 ani. Se presupune că uzinele nucleare, prin fuziune, vor putea intra în funcționare pentru alimentările publice de energie electrică abia în anul 1970 cînd se va căpăta destulă experiență cu uzinele prototip actuale, în ce privește siguranța de funcționare; elementul final al acestor uzine este turbina de abur. În ceea ce privește uzinele termice imensa lor majoritate va fi echipată cu turbine de abur, partea care revine motoarelor Diesel și turbinelor cu gaze fiind redusă.

Rezultă deci că vor trebui instalate între 1960 și 1980 circa 350 000 000 kW în plus, deci o medie de 15 000 000 kW pe an. Dacă s-ar rămîne la tipurile curente de 100 000 pînă la 150 000 kW ar rezulta că ar trebui construite anual 100 pînă la 120 de unități. Chiar în țările fruntașe ca Uniunea Sovietică și S.U.A., cu mijloacele lor imense de realizare, problema nu e ușoară, deoarece n-ar mai ajunge nici fabricile, nici materialele, nici muncitorii pentru a realiza un astfel de program. Se știe că cu cît mașinile sînt mai mari, cu atît greutățile specifice sînt mai mici, ceea ce înseamnă o reducere importantă în cantitatea de materiale și de manoperă, deci un preț mai mic; cheltuielile de instalare și de exploatare sînt mai reduse și randamentul e mai mare. Toate acestea ne permit să producem energia electrică la un preț mai redus.

Tabela de mai jos, care arată reducerea de greutate și de volum pe MVA este clară:

Anul	1925	1935	1950	1956
Tone/MVA	2,8	2,0	1,8	1,5
m³/MVA	0,32	0,26	0,2	0,15

De aici rezultă neapărat nevoia de a mări la maximum posibil puterea grupurilor turbogeneratoare cu abur. Care sînt perspectivele pentru

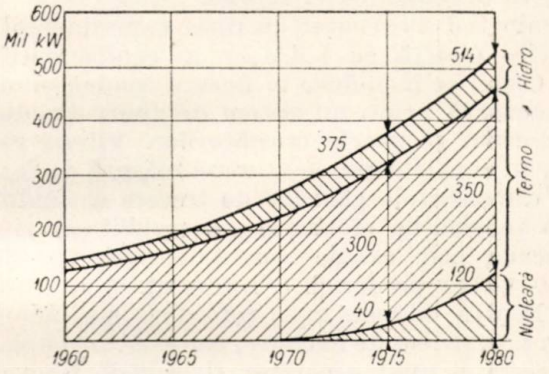


Fig. 1. Creșterea puterilor instalate în S.U.A. între anii 1960—1980.

construcția turbinelor de abur și ce se va cere de la constructorul generatorului?

De la presiunile de 40 atmosfere, temperaturile de supraîncălzire de 450° și unități de 50 000 kW, s-a trecut printr-o perfecționare continuă a metodelor de construcție, a materialelor și a cazanelor la presiuni de 120 at supraîncălziri de 550° și puteri de 120 000 kW înaintea celui de al doilea război mondial; această creștere a fost datorită mai ales progreselor metalurgiei utilizîndu-se oțeluri aliate feritice.

Pentru puteri și mai mari au trebuit ridicate și presiunile și temperaturile, trecîndu-se peste presiunea critică a aburului, care este de 225 at și 374°C. S-a ajuns astfel pentru un grup de 420 MVA cu două axe, la 250 at 565° supraîncălzire cu un randament termic de 41%; pentru acești parametri nu se pot întrebuința însă decît oțeluri austenitice, care sînt mai scumpe și sînt sensibile la variații brusce de temperatură. Pentru un alt grup de 325 kW care va intra în funcțiune în anul 1959, presiunea de regim

*) Prof. ing. *Al. Nicolau* este director tehnic adjunct la Institutul de cercetări electrotehnice.

s-a luat de 350 at și temperatura de supraîncălzire de 650°C cu supraîncălziri intermediare de 565°C; randamentul termic s-a calculat la 46%, adică un consum de 1 780 kcal/kWh. Cît sîntem de departe de cifrele cu care eram obișnuiți în 1940 de 3 200 —3 400 kcal/kWh.

Deși se întrebuințează în construcția turboreactoarelor și turbinelor de gaze, aliaje care merg la temperaturi și mai mari 700—1 000°, e greu de crezut că ele se vor putea utiliza și la turbinele cu abur, unde e vorba de dimensiuni mari (paletele de la etajele ultime au ajuns deja la 650 mm lungime) și mai ales la cazane. Toate considerațiile de mai sus limitează puterea unui grup cu două axe la maximum 600 MVA, după stadiul actual al tehnicii; la această poblemă trebuie să răspundă electricienii.

Cu ocazia celui de-al XX-lea Congres al P.C. al U.R.S.S. s-a hotărît ca în decursul celui de-al șaselea cincinal să se introducă în fabricație turbogeneratoare de 300 MW. În cadrul pregătirilor pentru crearea noilor tipuri de turbogeneratoare, fabrica „Electrosila" din Leningrad a executat un rotor experimental cu răcire directă cu hidrogen a conductoarelor.

Gazul se introduce în fiecare conductor și se evacuează printr-un sistem de găuri din dinții rotorului și penele crestăturilor. Viteza gazelor în canale depinde în mare măsură de forma și dimensiunile găurilor de trecere a fluidului. La încercările efectuate s-a stabilit că viteza gazelor prin canale constituie circa 20—25% din viteza periferică a rotorului.

Pentru alimentarea rotorului s-a adoptat un nou sistem de excitare, constînd în cuplarea directă a unui generator sincron de frecvență mărită, cu turbogeneratorul, al cărui curent redresat printr-un sistem de plăci semiconductoare se aplică inelelor colectoare ale rotorului.

Deși rotorul construit de „Electrosila" Leningrad, pentru studierea comportării turbogeneratoarelor cu răcire directă a rotoarelor a fost de 30 MW, s-au putut trage concluzii cu privire la comportarea în exploatare a acelorași construcții, pentru puteri cuprinse între 200 și 300 MW.

Calculele au arătat că gradul de utilizare al materialelor pentru turbogeneratoarele construite cu rotorul de tipul descris și statorul de tip obișnuit este cu circa 60% mai ridicat decît pentru cele mai bine utilizate mașini ale seriei normale.

În aceste condiții temperatura înfășurării rotorice constituie 80% din temperatura admisibilă pentru izolația acestuia în condițiile obișnuite de răcire.

Noua construcție a înfășurării rotorice se poate folosi pentru turbogeneratoare cu răcire în hidrogen de putere cuprinsă între 30 și 150 MW, permițînd astfel prin păstrarea neschimbată a parametrilor de exploatare o reducere a greutății și gabaritelor, cuprinse între 30 și 35% față de cele existente.

Tehnologia înfășurării rotorice pentru construcția nouă este indiscutabil mai complicată decît cea obișnuită. Totuși prin crearea dispozitivelor adecvate, manopera raportată la unitatea de putere poate ajunge la o valoare apropiată celei existente.

Puterea aparentă a unui generator trifazat este $P = \sqrt{3}\, EI$ sau dacă punem în evidență anumite cantități caracteristice obținem relațiile:

$$P = K_1 L D\ B_m \cdot S_c\, \sigma;\ E = K_2 L D B_m$$

unde L și D sînt lungimea fierului activ și diametrul interior al statorului, B_m inducția maximă în întrefier, S_c secțiunea totală a cuprului și σ densitatea de curent.

Dacă mărim toate dimensiunile în același raport m, păstrînd pe B_m și σ constant, puterea crește cu m^4 iar tensiunea și curentul cu m^2. Grosimea izolației crescînd cu m, ea nu mai este suficientă pentru a rezista tensiunii; grupînd însă elementele bobinajului în paralel, micșorăm tensiunea și mărim curentul în același raport, deci păstrăm puterea fără să schimbăm geometria mașinii.

Pierderile principale ale mașinii sînt cele în fier și cele în cupru; primele sînt de forma $K_3 G_f, B_m^2$ iar cele de al doilea $K_4 G_c \sigma^2$ unde G_f și G_c sînt greutățile fierului și ale cuprului. Cum aceste greutăți cresc cu m^3, rezultă că pierderile relative cresc cu $1/m$ deci scad pe măsură ce puterea crește. Deci randamentul unei mașini crește cu puterea ei.

În ceea ce privește prețul remarcăm în primul rînd că la mașinile electrice el depinde mai ales de costul, deci greutatea materialului și mult mai puțin de manoperă. Astfel la un motor trifazat în scurtcircuit de 4,5 kW la 3 000 rot/min prețul de revenire este de circa 1 200 lei pe cînd manopera, pentru o producție de masă, este de circa 20 de ore, ceea ce reprezintă un procent minim; economia, chiar foarte importantă la manoperă mărește considerabil debitul unei fabrici, fără să ieftinească cu mult prețul mașinilor. De aici rezultă că prețul relativ scade cînd puterea mașinii crește.

Construind mașini din ce în ce mai mari, scădem prețul și mărim randamentul, deci putem produce energia electrică mai ieftin.

Pierderile în cupru și în fier se transformă în căldură, care trebuie evacuată pentru a nu periclita funcționarea mașinii. Pe cînd însă pierderile cresc cu m^3, suprafețele de răcire cresc cu m^2, deci dificultățile de evacuare a căldurii cresc cu puterea mașinii; aceasta este una din problemele fundamentale ale construcției generatorilor mari.

Pentru a construi generatori mari trebuie să mărim dimensiunile și să admitem cele mai mari valori posibile pentru inducția B_m și densitatea de curent σ.

Din această analiză sumară rezultă problemele care trebuie examinate și anume cele mecanice, rezultînd din mărirea dimensiunilor, cea magnetică și aceea a evacuării căldurii.

Pentru o mașină de o anumită categorie există un raport optim între diametru și lungime, care ne dă construcția cea mai economică. Pe măsură ce mărim dimensiunile mașinii cresc însă eforturile mecanice în rotor și ajungem destul de repede la o anumită limită; de aici înainte nu mai putem mări decît lungimea astfel că raportul nu poate fi cel mai favorabil și legile de mai sus ale creșterii puterii nu mai au valabilitate.

Mărirea diametrului e cu atît mai grea cu cît turația este mai mare, eforturile crescînd cu pătratul vitezei unghiulare; ca urmare la orice creștere de diametru cerută de electricieni erau discuții interminabile cu metalurgiștii, care cu dificultate puteau garanta de buna execuție a rotorului. De aceea în jurul anului 1935, mașinile mai mari se făceau la turații mai mici, ca de exemplu generatorii de la uzina Klingenberg de 80 000 kW, construite pentru 1 500 rot/min la 50 perioade, care evident erau mai grele și mai scumpe decît mașinile la 3 000 rot/min.

O altă soluție adoptată a fost aceea a construcției rotorului din galeți asamblați prin buloane sau din piese ambutisate. Toate mașinile aveau axul găurit, pentru a se putea constata cu mai multă ușurință calitatea materialului cît și pentru motivul că revenirea făcîndu-se în ulei, era accesibil și interiorul piesei. Această soluție totuși nu era ideală, pentru că se știe că în cazul unei piese de revoluție, eforturile în fibrele interioare sînt de două ori mai mari decît la piesa plină, ceea ce iarăși limita dimensiunile.

Progresele metalurgice și metodele de control au permis urcarea diametrului rotorului la 1 100—1 200 mm pentru mașinile de 3 000 rot/min. Oțelul întrebuințat este un oțel aliat cu Ni și Cr cu o limită elastică de cel puțin 60 kg/mm². Într-adevăr pentru proba de supraturație care se face la 3 750 t/min, eforturile ajung la 45 kg/mm² la un rotor de 1 100 mm diametru. Cum lungimile rotorului sînt azi de ordinul de mărime a 6 m, ceea ce dă o piesă de 45 t, problema pentru metalurgiști e deosebit de grea: fabricarea unui rotor foarte greu, fără defecte, de o calitate excepțională și omogenă.

Cîteva accidente grave întîmplate în S.U.A. au făcut să se studieze chestiunea cu deosebită grija și s-a ajuns la concluzia că defectele provin în mare parte datorită includerii de gaze și mai ales de hidrogen în metal. Uzinele Bochum supun astăzi oțelul, înainte de turnare, unui tratament în vid pentru degazare, cu care s-au redus includerile de la 6 la 2 cm³H/kg.

După tratamentul termic se face eboșarea piesei și încercările nedestructive, din care cea mai uzitată și cu cele mai bune rezultate este încercarea cu unde ultrasonice. După tăierea canalelor pentru montarea bobinelor de excitație, care distrug echilibrul interior și dau naștere la unele tensiuni interne, mai ales că frezarea nu se face pe toată periferia rotorului, care nu mai este „rotund", se încearcă din nou cu ultrasunete.

Diametrul rotorului fiind limitat la o anumită dimensiune de eforturile mecanice, puterea generatorului nu putea crește decît mărind lungimea. Aici intervine însa altă dificultate, aceea a vitezelor critice. La început lungimea rotorului era ceva mai mare decît diametrul astfel că săgeata de încovoiere era mică, iar prima turație critică dată aproximativ de formula

$$n_{cr} = \frac{300}{\sqrt{f}}$$

era mult peste turația nominală a generatorului. Prin lungirea motorului mărindu-se săgeata f turația critică s-a apropiat atît de mult de turația generatorului încît rezultă pericolul de rezonanță care amplifică vibrațiile, făcînd funcționarea imposibilă. A trebuit să se treacă de la axele „rigide" la axele „elastice", generatorul funcționînd între prima și a doua, sau între a doua și a treia turație critică a rotorului. Cum diferențele între turațiile critice sînt din ce în ce mai mici, se vede că nu putem să mergem cu lungimea dincolo de o anumită limită impusă și de eforturile de încovoiere. Pentru diametrul de 1 100 mm la 3 000 rot/min lungimea limită este în jurul cifrei de 6 000 mm.

Trecerea prin turațiile critice se observă la demaraj, cînd avem vibrații mai mari la unele turații; cum această trecere se face destul de repede, efectele rezonanței n-au timp să se manifeste cu intensitate cu condiția ca rotorul să fie cît mai bine echilibrat. Revenim asupra acestei chestiuni ceva mai tîrziu.

O altă piesă delicată a rotorului este capa care ține capetele bobinajului; această piesă nu se poate face prea groasă deoarece s-ar apropia prea mult de bobinajul de tensiune înaltă al statorului. La dimensiunile ei reduse eforturile sînt mari: circa 60% din eforturi sînt datorite greutății proprii iar 40% forței centrifuge a bobinajului. La supraturație rezistențele ajung pînă la 60—65 kg/mm², ceea ce necesită un material cu limită elastică de 85 kg/mm². Se întrebuințează un oțel austenitic, care este și antimagnetic, ceea ce micșorează și scăpările bobinajului inductor și reactanțele capetelor de bobină ale bobinajului statoric.

Ultimele prelucrări ale capei, înainte de tratamentul termic, se fac prin presare la rece, ceea ce reclamă o tehnologie deosebită și mașini speciale. După prelucrări se fac încercările nedestructive cu unde ultrasonice sau cu raze Roentgen, ceea ce este posibil, grosimea capei fiind de 6—8 cm.

Construcția carcasei nu prezintă probleme deosebite, deoarece astăzi se fac din tole și

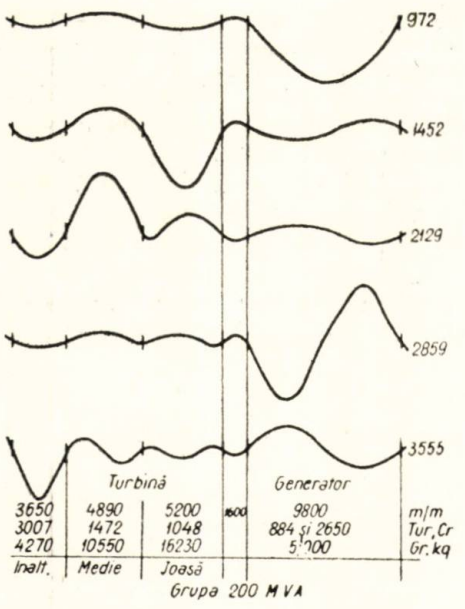


Fig. 2. Liniile elastice ale unui grup de 200 MVA la diferite turații.

profile laminate asamblate prin sudură, în loc să se facă turnate ca mai înainte. Se obțin astfel carcase ușoare și rigide, ceea ce este necesar deoarece eforturile la care sînt supuse sînt importante. Pentru un diametru de 1,1 m și lungimea fierului activ de 6 m și o inducție în aer de 1 Wb/m^2, forțele de atracție între motor și stator sînt de 400 t cu o frecvență de 100 perioade pe secundă. Pentru amortizarea lor se montează resoarte plate între fierul statorului și carcasă, paralele cu axul, după practica americană sau piese de cauciuc, după practica europeană, care sînt mai greu de executat dar micșorează diametrul carcasei.

Evident, sudurile trebuie încercate cu raze Röentgen pentru a constata dacă sînt bine executate dar mai ales dacă sînt etanșe la generatori răciți cu hidrogen; în acest ultim caz, cum H este un gaz exploziv, se face și o încercare de apă sub o presiune de 5 sau 6 at.

După execuția mecanică a rotorului urmează montarea bobinelor, a capelor și a tuturor pieselor anexe, după care rotorul trebuie echilibrat, cum am arătat mai sus. Cu mașinile și metodele moderne de echilibrare se pot atinge valori de 3—4 microni, chiar pentru piese grele. Rotorul fiind un corp neomogen compus din fier, bobine de cupru și izolație cu deformări și dilatații diferite; echilibrarea trebuie făcută la rece și la cald și revizuită din cînd în cînd în timpul exploatării dacă vibrațiile cresc; o vibrație chiar de 10 microni în timpul funcționării e acceptabilă: aceasta ar corespunde la un rotor de 20 t, la 3 000 rot/min, la un dezechilibru de circa 450 g.

Studiul vitezelor critice trebuie făcut însă nu numai pentru generator ci și pentru ansamblul grupului turbină și generator. Toate cuplajele fiind rigide, mai ales între diversele etaje din turbină, deoarece trebuie echilibrate împingerile axiale, vitezele critice depind de lungimile și greutățile tuturor părților, cum și de elasticitatea lagărelor.

Comportarea unui grup de 200 MVA este arătată în fig. 2, din care rezultă că deși generatorul are contribuția cea mai importantă și celelalte elemente pot produce vibrații periculoase în funcționare. Studiul teoretic care înainte era extrem de laborios, se poate face azi ușor cu ajutorul mașinilor de calcul electronice. Metoda cea mai bună este aceea pe modele reduse, în care axul cu cuplajele și lagărele sînt puse în vibrație de un generator de frecvență variabilă, elongațiile fiind măsurate prin metode optice. Sistemul permite și variația elasticității lagărelor, pentru a se putea găsi funcționarea optimă și micșorarea eforturilor în lagăre. Elasticitatea lagărelor se poate modifica și după montaj prin introducerea unor piese de elasticitate variabilă între lagăr și carcasa lui.

În legătură directă cu funcționarea fără vibrații a grupului este problema fundațiilor. Eforturile dinamice ale grupului turbină-generator se transmit fundațiilor în două plane: în plan orizontal și în planul vertical.

În planul orizontal fundația reprezintă o grindă încastrată în teren cu o masă în capăt. Aceste grinzi elastice se știe că au o frecvență de vibrație mică, foarte departe de viteza nominală a grupului astfel că rezonanțele sînt evitate.

În planul vertical fundația e formată din tabla superioară formată din două lonjeroane legate rigid între ele prin antretoaze, o serie de stîlpi și tabla inferioară pusă pe teren sau eventual pe piloți, fundațiile fiind din beton.

Lonjeroanele care susțin direct greutatea grupului trebuie să fie foarte rigide, ceea ce e ușor de realizat, dîndu-le o înălțime suficientă. Vibrațiile fundației depind de forma și dimensiunile ei și de coeficientul de elasticitate al betonului, care depinde foarte mult de execuția betonului pe șantier: această execuție trebuie supraveghiată în de aproape. În sens vertical fundațiile erau rigide, cu stîlpi groși, avînd o frecvență de vibrație de circa 20% peste turația nominală; cu creșterea dimensiunilor, fundațiile deveneau scumpe — reprezentînd un procent însemnat din valoarea grupului — iar

pe de altă parte spațiul liber dintre stîlpi nu mai era suficient pentru montarea țevăriilor de abur: menționăm, că pentru mașinile mari suprafața de trecere a etajelor ultime, de presiune joasă, este de ordinul de m rime de 4—5 m². De aceea s-a trecut și în sens vertical la fundații elastice, făcîndu-se construcții metalice, care sînt mai ușoare, mai ieftine și mai ușor de executat; se amenajează anumite locuri care se pot umple cu beton în caz de necesitate.

Pentru circuitul magnetic al mașinilor mari se întrebuințează noile tole laminate la rece, numite tole cu textură; curbele caracteristice sînt date în fig. 3, împreună cu cele normale, laminate la cald. Noile tole cu 3% Si, cu carbon foarte puțin, sub 0,02% sînt mai scumpe, avînd o tehnologie complicată, însă au pierderi mult mai mici la inducții mari, ceea ce permite micșorarea dimensiunilor fierului. În același timp se face o economie mare în puterea necesară excitației.

E de remarcat că liniile de forță magnetice trebuie să urmeze cît mai aproape direcția de laminare, deoarece altfel pierderile sînt mai mari decît la tolele obișnuite. Un alt avantaj este că aceste tole uzează de trei ori mai puțin matrițele de tăiere, ceea ce ieftinește manopera. În același timp tolele laminate la rece au o suprafață mai dreaptă, fără asperități, ceea ce permite un coeficient de împachetare de 97%, mai ales că izolarea se face în ultima fază a tehnologiei prin fosfatarea sau aluminarea suprafeței.

Cum am arătat mai sus dificultatea principală în construcția mașinilor mari este evacuarea căldurii produsă de pierderi.

În ceea ce privește pierderile în fier, metoda este aceeași ca mai înainte fără nici o modificare, deoarece nu se simte nevoia și nici nu se poate concepe o metodă nouă. Circuitul magnetic e format din pachete de tole de 6—8 cm grosime cu canale de ventilație de 10—15 mm, uneori cu canale longitudinale; metoda este suficientă mai ales că, după cum vom vedea ulterior, pachetul de tole nu mai servește pentru mașinile mari și la răcirea bobinajului.

La toate mașinile și aparatele electrice căldura din cupru trece—în afară de foarte mari excepții, cu fire neizolate — prin izolant la un mediu de răcire sau la o masă metalică. Metoda este în principiu nelogică deoarece toți izolanții de natură organică sau minerală, au o conductibilitate termică redusă. Din această cauză avem un gradient mare de temperatură în izolant și o diferență mare de temperatură între cupru și fluidul de răcire (aerul), în speță 50—60°C. Cum am arătat mai sus la mașinile mari pierderile cresc cu cubul dimensiunilor iar suprafețele de răcire cu patratul lor astfel că evacuarea căldurii devine din ce în ce mai grea. Această căldură trece de la izolant parțial la fluidul de răcire parțial la miezul magnetic, și pe urmă la fluidul de răcire; de aceea la mașinile mari, se amenajează tot felul de canale de răcire radiale și longitudinale în miezul magnetic, pentru a mări suprafețele.

În ultimă instanță căldura trece prin convecție — radiația joacă un rol insignifiant — de la izolant sau de la fier la aer. Coeficienții de convecție crescînd cu viteza aerului, avem

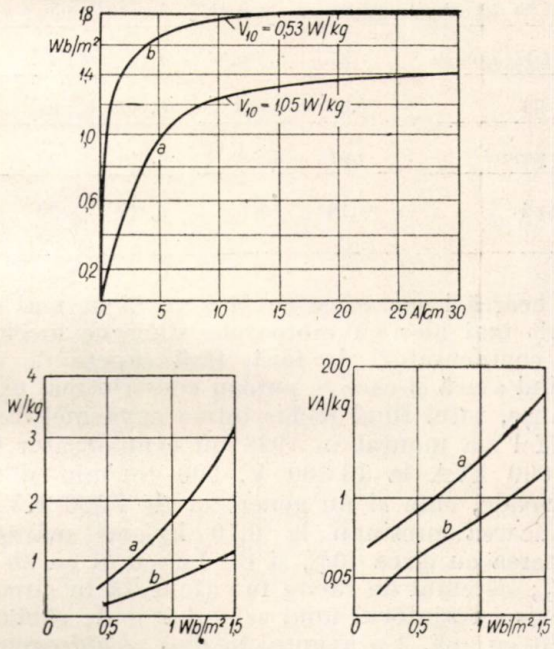


Fig. 3. Curbele caracteristice ale tolelor silicioase laminate la cald și la rece.
a — laminate la cald; b — laminate le rece

nevoie la mașinile mari de volume mari de aer — 50 pînă la 60 m³/s, și de presiuni importante — 200 pînă la 300 mm de apă, care sînt furnizate de cele două ventilatoare, montate pe rotor.

Randamentul acestor ventilatoare este însă foarte scăzut, deoarece secțiunile de intrare ale aerului sînt mici, deci pierderi de presiune importante, iar lungimea paletelor este redusă și viteza periferică foarte mare. Aerul furnizat de ventilatoare răcește întreaga mașină într-un circuit închis, răcindu-se el însuși într-un schimbător de căldură răcit cu apă. Cu acest sistem s-a ajuns pînă la generatoare de 50 000 kw, de aici înainte trebuia întrebuințată o altă metodă.

Prima idee a fost aceea a utilizării unui alt gaz de răcire. Din tabela 1 rezultă că este avantajos să se întrebuințeze heliul sau hidrogenul care au densități mult mai mici decît ale aerului, deci pierderi de ventilație mult mai mari, deci posibilitatea de a evacua la același debit și aceeași viteză cantitățile mai mari de căldură, mai ales la presiuni mai ridicate. Deși H este explozibil pe cînd He nu, s-a ales totuși H avînd calități superioare.

Tabela 1

Agentul de răcire	Valori relative			
	Căldura specifică	Densitatea	Volumul	Cant. de căldură transp.
Aer	1	1	1	1
Heliu	5,25	0,138	1	0,75
H la 2,1 at	14,35	0,21	1	3
H la 3,05 at	14,35	0,28	1	4
Ulei	2,09	848	0,012	21
Pyranol	1,09	1510	0,012	20
Apă	4,16	1000	0,012	50

Încercări sporadice cu H s-au făcut mai de mult mai ales cu motoarele sincrone lucrînd ca compensatori de fază, fără capete de ax ieşind afară şi care se puteau construi mai uşor etanşe, totul fiind închis într-o cuvă metalică. Astfel s-a montat în 1928 un compensator de 12 000 kVA la 13 800 V, 900 rot/min şi 60 perioade, cum şi un generator de 7 500 KVA. Ridicarea presiunii la 0,10 kg/cm² măreşte puterea cu circa 40% şi randamentul cu circa 1%; sistemul de răcire funcţionează în circuit închis cu ajutorul unui schimbător de căldură răcit cu apă. Un avantaj în plus al hidrogenului este că nu dă naştere la ozon, care se întîlneşte la răcirea cu aer, şi care atacă izolanţii.

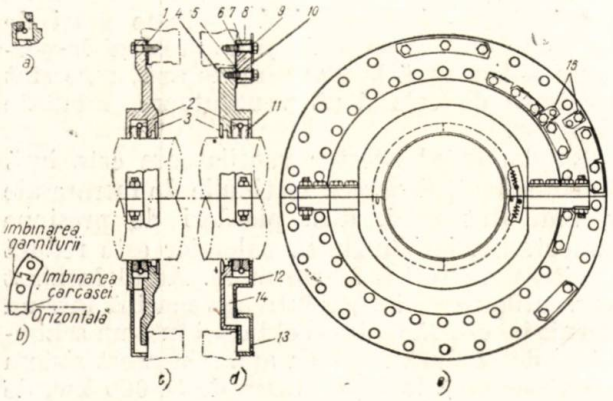


Fig. 4. Etanşarea longitudinală a axului la generatorii răciţi cu hidrogen.

Sistemul răcirii cu hidrogen s-a întrebuinţat de aceea şi la generatoare mari din ce în ce mai mult. Prima chestiune care trebuia rezolvată era aceea a etanşeităţii la ieşirea axelor. S-au întrebuinţat două sisteme cu etanşeitatea axială şi transversală. Primul reprezentat în fig. 4 se compune din două inele montate pe ax cu un joc de 0,2 mm, ţinute de un resort spiral şi între care debitează o pompă de ulei, la o presiune de 0,3—0,4 at mai mare decît presiunea hidrogenului. Inelele nu se rotesc, se pot însă deplasa în sens radial. Uleiul scapă între inele şi ax în ambele sensuri, producînd

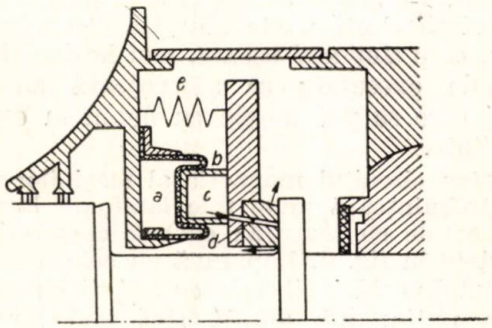


Fig. 5. Etanşarea transversală a axului la generatorii răciţi cu hidrogen.

etanşeitatea. Al doilea sistem întrebuinţat de AEG, reprezentat în fig. 5, face etanşeitatea la un platou montat pe ax. Uleiul din camera *a* presează inelul *b* pe platou; uleiul din camera *c* se scurge prin ţeava *d* pe suprafaţa de etanşeizare. În caz că presiunea de ulei dispare, resortul *e* trage tot sistemul înapoi, pentru a nu se produce griparea contactului. Sistemul al doilea este mai greu de montat şi mai complicat însă consumă ulei mai puţin şi produce o etanşeirate mai bună.

Important este ca hidrogenul să-şi păstreze puritatea de 98—99%, deoarece în caz contrar constanta calorifică scade foarte repede şi generatorul nu mai poate debita plina putere. Cum uleiul absoarbe normal aproximativ 9% aer, el trebuie degazat înainte de introducere în interiorul maşinii; de asemenea trebuie degazat de hidrogenul absorbit. Avem nevoie de o instalaţie anexă care să facă aceste operaţii şi să măsoare în fiecare moment puritatea hidrogenului, ceea ce introduce o complicaţie în plus. Dacă puritatea cerută este k, la fiecare volum de aer introdus trebuie complectat hidrogenul, cu volumul $V \cdot \frac{k}{1-k}$. Consumul de hidrogen este de circa 2 m³/zi pînă la presiunile de 0,35 at şi 7 m³/zi pentru presiuni mai mari pînă la 2,5 at.

Întrebuinţarea hidrogenului în locul aerului a fost făcută, fără a schimba sistemul de construcţie. S-a ajuns astfel la generatori de 100 000 kVA. Pentru maşini mai mari trebuie întrebuinţate metode noi mai radicale.

Ideia de a evita evacuarea căldurii prin izolant şi a introduce fluidul de răcire direct în interiorul conductorului este imediată, dar nu s-a putut aplica la maşini mai mici nefiind posibilă şi dînd naştere la complicaţii constructive.

Încercări au fost făcute mai de mult; astfel la uzinele din Logan unde erau instalate două

grupuri generatoare de 40 000 kVA, s-a instalat în 1937 un al treilea grup avînd bobinele statorului răcite cu apă de condensație. Rezultatele n-au fost satisfăcătoare din cauza defectelor dese la suduri.

Cu metodele de sudură și de control de azi, aceste defecte pot fi evitate. O instalație analogă a folosit și General Electric în 1943 pentru răcirea unor generatoare de frecvență înaltă cu puteri pînă la 1 000 kW. Această metodă este singura posibilă la mașinile mari și are și avantajul că supune izolația la eforturi mai mici, temperatura fiind aproape uniformă.

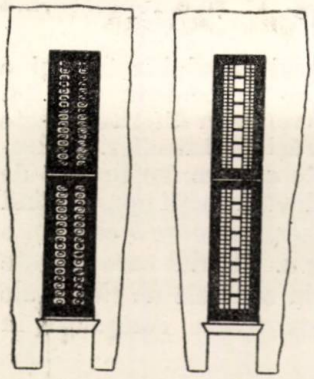


Fig. 6. Model de canale de răcire la stator, la mașinile mari.

Ne vom ocupa în primul rînd de răcirea bobinajului stator pentru care putem întrebuința două sisteme: răcirea cu hidrogen sau răcirea cu ajutorul unui lichid. În primul caz răcirea se face de același gaz, care răcește mașina întreagă, în al doilea caz avem pentru stator o instalație deosebită.

Bobinajul statorului la mașinile mari are numai doi conductori pe canal, întrebuințîndu-se bobinajul pe jumătate de canal, utilizat exclusiv la mașinile mari, pentru toate motivele care se cunosc. Conductorul se compune din multe fire în paralel, fire care se comutează unul în locul altuia de-a lungul canalului, pentru evitarea pierderilor suplimentare — datorite cîmpului de dispersiune din canal — în cazul unui conductor unic și pentru a avea o repartiție uniformă a curentului pe suprafața conductorului.

În cazul răcirii cu hidrogen întrebuințăm sistemul al doilea din fig. 6, adică se montează în canal, conducte speciale pentru trecerea hidrogenului, firele fiind masive. Aspectul statorului se vede în fig. 7. Hidrogenul intră printr-un capăt al statorului și iese prin partea cealaltă, fiind în circuitul comun al ventilatorului general de răcire. Dacă s-ar întrebuința primul sistem de conductor din fig. 6, canalele înguste ar opune o rezistență atît de mare la trecerea gazului, încît răcirea ar fi neeficace. Sistemul este parțial indirect, căldura trecînd prin conductori, izolația conductorului și prin tuburile de răcire pentru a ajunge la fluidul de răcire; se evită numai trecerea prin izolația mai groasă a canalului, grosime determinată de voltajul înalt al bobinajului stator.

Cantitatea de căldură care se poate evacua crește cu cît mărim presiunea de hidrogen, cum se vede din tabela 1 și din diagramele din fig. 8. La generatoarele construite pentru Europa, unde limita actuală economică pare a fi 200 000 kVA se întrebuințează presiuni de 2 at, la cele americane care sînt mai mari, presiuni pînă la 3 at. Sistemul indicat mai sus s-a întrebuințat la un generator de 325 MVA. Dacă pentru același canal micșorăm secțiunea cuprului și mărim secțiunea de trecere a fluidului, pentru un același curent, pierderile în cupru cresc, însă pierderile de ventilație scad, rezistența de trecere a fluidului scăzînd; în același timp cantitatea de gaze fiind mai mare scade temperatura. Ajungem la paradoxul că pentru a scădea temperatura bobinajului trebuie să mărim pierderile: evident avem o soluție optimă care ne dă randamentul maxim, depinzînd desigur și de presiunea aleasă.

Al doilea sistem întrebuințat este răcirea cu lichid — apă sau ulei — pentru care se folosește modelul cel dintîi din fig. 6 a; lichidul de răcire trece direct prin interiorul conductorului. Cum capacitatea calorifică de transport la lichide este mult mai mare (vezi tabela 1) secțiunile de trecere sînt mai mici și suprafața canalului este mai bine utilizată. Lichidul de răcire circulă în circuit închis și este răcit la rîndul lui într-un schimbător de căldură.

Sistemul întrebuințat la un generator de 260 MW este reprezentat în fig. 8. În fig. 9 și 10 se vede sistemul de legătură între capetele conductorilor, în vedere și în secțiune.

Pentru apă se întrebuințează apa distilată care are o rezistivitate mare, deci pierderi electrice foarte mici. Pentru un generator de 30 000 kVA, pierderile în apă sînt de 1 kW cu apă distilată cu o conductibilitate de 2,5 MΩ/cm³

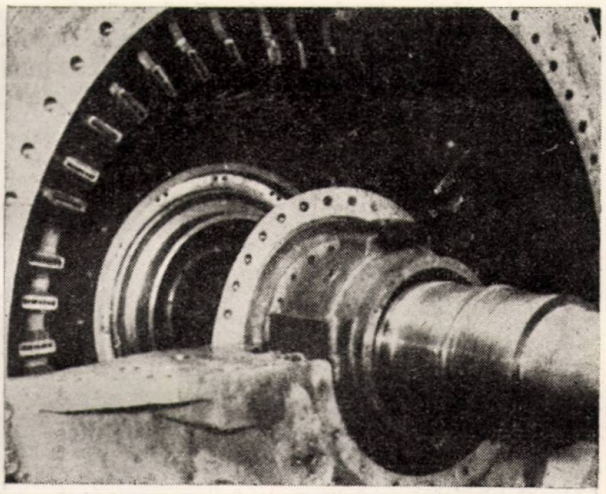


Fig. 7. Stator de generator răcit cu hidrogen.

și de 10 kW cu apă obișnuită; pompa de circulație are un motor de 8,8 kW.

Cum se vede, pierderile totale de răcire a bobinajului sînt neînsemnate față de puterea

mașinii. Instalația auxiliară de răcire este foarte simplă.

La ambele sisteme diferența dintre temperatura cuprului și a fluidului de răcire este numai de cîteva grade centigrade, ceea ce

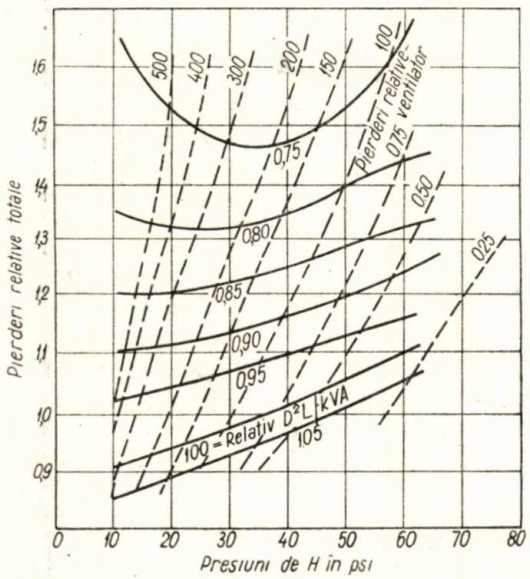


Fig. 8. Pierderile relative în funcție de presiunea hidrogenului.

permite o temperatură medie mai joasă a bobinajului și o cruțare a izolantului. Repartiția temperaturii la răcirea cu lichid este dată în diagramele din fig. 11 prin curbele *c* și *c'*:

Din aceste două sisteme, pentru stator este de preferat cel de al doilea, mult mai logic și cu care putem mări oricît puterea generatorului, bineînțeles cu un sacrificiu asupra randamentului. La mașinile răcite cu lichid puterea generatorului este determinată de către rotor, pe cînd la cele cu hidrogen este invers, statorul limitează puterea. Răcirea rotorului nu se poate face decît cu hidrogen; modelele de bare de

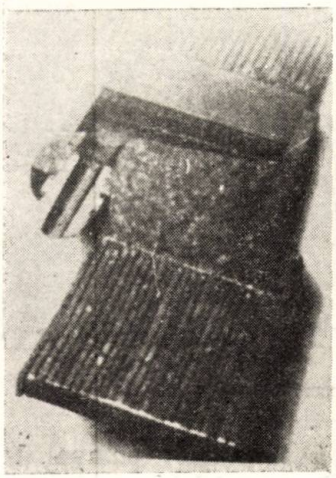


Fig. 9. Secțiune printr-un cap de legătură.

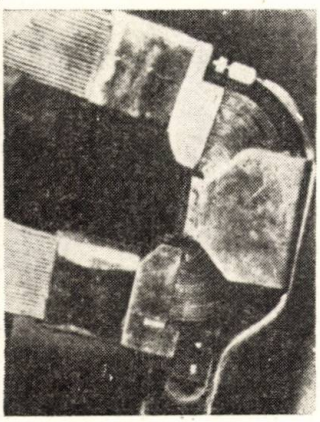


Fig. 10. Capul de legătură cu racordurile hidraulice.

rotor se văd în fig. 12. Barele se fac dintr-un aliaj cupru-argint pentru micșorarea rezistenței.

Pentru răcire putem întrebuința două sisteme: cel longitudinal și transversal.

În sistemul longitudinal, hidrogenul intră prin cele două capete și iese prin mijlocul rotorului de unde intră prin întrefier în circuitul general. Repartiția temperaturii în conductor și în gaz se vede în fig. 11 și e reprezentată prin curbele *b* și *b'*.

La sistemul transversal canalul rotorului e reprezentat în fig. 13 iar rotorul în fig. 14. Hidrogenul intră din întrefier în diferite puncte ale rotorului și iese iarăși în întrefier. Hidrogenul intră prin canalele *a*, care fac funcție de ventilator, și circulă în două direcții opuse ieșind din rotor prin canale asemănătoare *b* care au o direcție opusă canalelor *a*. Fluidul care răcește rotorul, intră și iese prin canalele de răcire ale statorului. Sistemul este foarte complicat în

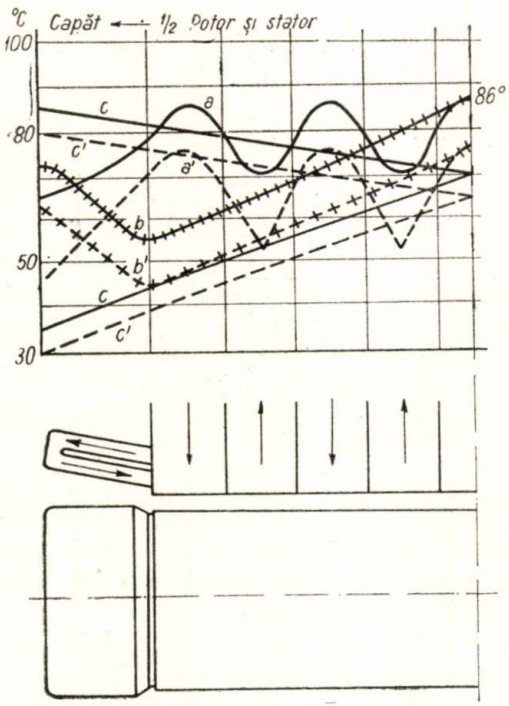


Fig. 11. Repartiția temperaturii de-a lungul barelor din rotor:
curbele *a'*, *b'*, *c'* reprezintă temperatura mediului de răcire față de conductorul respectiv.

ce privește construcția. Acest sistem s-a aplicat la un generator de 260 000 kVA în construcție; rămîne ca experiența să-și spuie cuvîntul. Sistemul longitudinal s-a aplicat la un generator de 325 000 kVA și s-a comportat pînă acum bine în exploatare.

Comparînd cele două sisteme între ele găsim că cel transversal are două avantaje:

1. Drumul hidrogenului în conductoare este scurt, deci se încălzește mai puțin, ceea ce e în avantajul răcirii.

2. Nu avem nevoie de un ventilator de presiune înaltă (presiunea hidrogenului este înaltă, dar pierderile de presiune sînt mici). În schimb sistemul este mai dezavantajos decît cel longitudinal pentru următoarele motive :

1. Fiecare canal de răciri face funcție de ventilator ; cum dimensiunile sînt mici și profilul necorespunzător, iar presiunea trebuie să

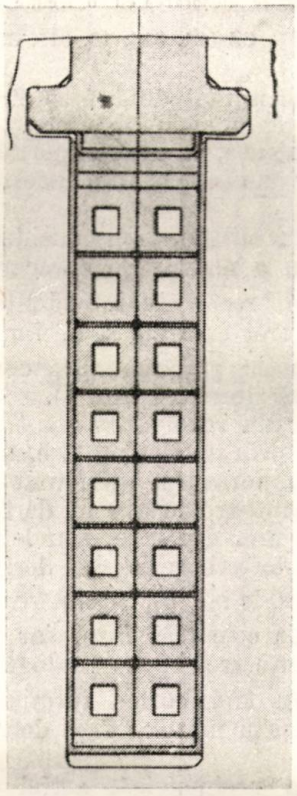


Fig. 12. Model de canal la rotor.

crească în sens invers cu viteza, randamentul este foarte slab.

2. Izolația canalului este tăiată în foarte multe părți în mod nesimetric, ceea ce poate da naștere la efluvii și în același timp la un dezechilibru foarte probabil în timpul funcționării.

3. Curbele de încălzire ale conductorului și gazului — vezi fig. 11 curbele a și a' — arată o temperatură uniformă de-a lungul rotorului, însă mai mare în medie decît la sistemul longitudinal, deci rotorul va avea pierderi mai mari și un randament mai scăzut.

4. Construcția este mult mai grea și mai complicată decît la sistemul longitudinal.

5. Pachetele statorului sînt răcite neuniform, unele fiind la temperatură mai mică și cele alăturate la temperatură mai mare, ceea ce va da naștere la deformări diferite și deci la eforturi de alunecare ale tolelor.

În rezumat pentru stator răcirea cu lichid este o soluție foarte bună, cu randament bun și simplu de executat ; pentru rotor soluțiile nu sînt încă puse la punct și s-ar putea să se găsească o soluție mai convenabilă, astfel că se poate prevedea că s-ar putea construi generatoare pînă la 400 MVA, dacă se va simți necesitatea unor puteri atît de mari.

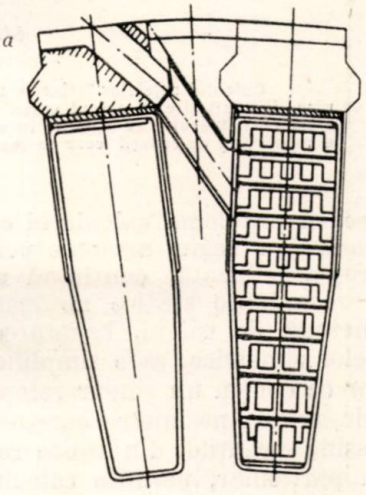


Fig. 13. Canal din rotor la sistemul de răcire transversală.

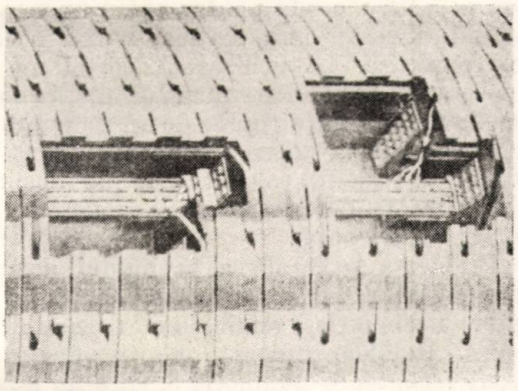


Fig. 14. Aspectul rotorului (în perspectivă).

Bibliografie

[1] *Ivanov N. P.* : Proiectarea turbogeneratoarelor cu răcire forțată. Electricestvo **77** (1957) 11, 17—26.

[2] *Kogan S. B.* și *Titov V. V.* : Turbogeneratoare cu răcire forțată cu hidrogen. Elektriceskie Stanții **28** (1957) 10, 40—50

[3] *Kogan S. B.* și *Titov V. V.* : Rotorul unui turbogenerator cu bobinajul răcit direct. Elektricestvo **77** (1957) 6, 35—38

[4] *Kogan S. B.* : Pregătiri pentru producția turbogeneratoarelor de putere foarte mare. Energhetik **5** (1957) 8, 1—2

[5] *Ivanov N. P.* : Dezvoltarea construcției turbogeneratoarelor. Vestn. Elektroprom. **7** (1956) 2, 6—11

[6] *Maleeva O. E.* : Avarii ale rotoarelor de turbogeneratoare în S.U.A. în anul 1954. Energomașinostroenie, (1956) 11, 30—31

[7] *Dvorak V.* : Probleme de construcții ale turbogeneratoarelor mari. Elektrotechn. Obzor, **45** (1956) 6, 326—328

[8] *Kilbourne C. E.* și *Holley C. H.* : Răcirea cu lichid a bobinajelor din crestătura unui turbogenerator. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. **75** (1956) part. III, 646—653

[9] *Hans D.* : Generatoare de mare putere răcite cu hidrogen. Elektrotechn. Z.—A. **78** (1957) 3, 83—88

Intrat în redacție la 6 VII 1958

Probleme referitoare la calculul şi studiul pe modele al reţelelor trifazate nesimetrice

MARIUS PREDA — Bucureşti*)

Calculul reţelelor trifazate nesimetrice prezintă importanţă într-o serie de aplicaţii electrotehnice. Dificultăţile de calcul cresc odată cu numărul receptoarelor nesimetrice din reţea datorită creşterii numărului de ecuaţii. In articol se prezintă o metodă care permite micşorarea cu o treime a numărului de ecuaţii care se rezolvă simultan.

CZ 621. 316. 13. 016. 313 : 538. 552. 9

Se analizează problema calculului curenţilor şi al tensiunilor, în regim armonic permanent, pentru o reţea trifazată, conţinînd unul sau mai multe receptoare statice nesimetrice. Se indică o metodă de calcul, bazată pe teoria componentelor simetrice, care simplifică calculele reţelelor ce conţin un singur receptor nesimetric, static, avînd o nesimetrie oarecare; se stabilesc expresiile curenţilor din aceste receptoare ceea ce, în particular, permite calculul direct al curenţilor de scurtcircuit fără a mai necesita calculul componentelor simetrice. Se generalizează această metodă pentru cazul unei reţele conţinînd n receptoare statice, avînd o nesimetrie oarecare. La utilizarea acestei metode este necesar să se rezolve simultan numai $2n$ ecuaţii cu $2n$ necunoscute (în loc de un sistem de $3n$ ecuaţii, care se rezolvă simultan în metoda obişnuită de calcul), celelalte mărimi necunoscute putînd fi determinate apoi, simplu din aproape, în aproape.

a) **Problema generală a regimului armonic permanent al reţelelor trifazate, conţinînd un receptor nesimetric, static, cu o nesimetrie oarecare.** Reţelele trifazate conţin destul de frecvent receptoare nesimetrice, care nu absorb aceeaşi putere de la fiecare fază. Dintre receptoarele de acest fel, fac parte: receptoare monofazate, de exemplu, cuptoare electrice monofazate, aparate de sudură şi anumite receptoare trifazate nesimetrice ca de pildă cuptoarele electrice cu arc.

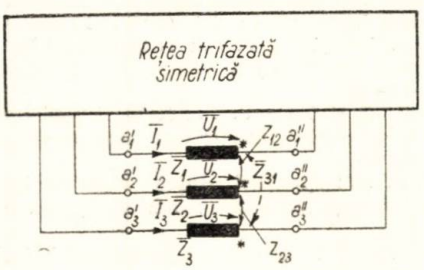


Fig. 1. Receptor static nesimetric conectat la o reţea trifazată simetrică.

Regimurile de avarie ale reţelelor trifazate simetrice (scurtcircuite, întreruperi de conducte, funcţionări cu numai două faze etc.) constituie deasemenea regimuri nesimetrice.

Din cele expuse, rezultă importanţa practică a metodelor de calcul ale acestor regimuri nesimetrice.

Pentru generalitate, vom considera un receptor static, cu o nesimetrie oarecare (avînd pe cele trei faze, respectiv impedanţele $\bar{z}_1$, $\bar{z}_2$, $\bar{z}_3$ şi între cele trei faze ale sale, impedanţele de cuplaj magnetic $\bar{z}_{12}$, $\bar{z}_{23}$, $\bar{z}_{31}$), conectat la o reţea trifazată simetrică (fig. 1).

Pentru ca din rezolvarea acestui caz, să se poată obţine prin particularizare, toate cazurile particulare importante, indiferent dacă ele se referă la receptoare legate în derivaţie sau în serie pe cîte una din faze, sau legate în stea, respectiv la defecte serie sau derivaţie, considerăm că bornele a_1', a_2', a_3' sînt respectiv borne analoge de pe cele trei faze, iar bornele a_1'', a_2'', a_3'' sînt alte trei borne analoge de pe cele trei faze, sau trei borne, formînd un punct neutru izolat sau neizolat faţă de restul circuitului.

În reţeaua nesimetrică, astfel formată, se stabilesc curenţi, astfel încît valorile lor să satisfacă legile lui Kirchhoff, atît pentru partea simetrică de circuit, cît şi pentru partea nesimetrică. De aici, rezultă că componentele simetrice $\bar{I}_0$, $\bar{I}_d$, $\bar{I}_i$ ale curenţilor $\bar{I}_1$, $\bar{I}_2$, $\bar{I}_3$ din cele trei faze ale receptorului şi componentele simetrice $\bar{U}_0$, $\bar{U}_d$, $\bar{U}_i$ ale căderilor de tensiune $\bar{U}_1$, $\bar{U}_2$, $\bar{U}_3$ de pe cele trei faze ale receptorului, satisfac simultan ecuaţiile [1]:

$$\begin{aligned}
\bar{U}_0 &= (\bar{\zeta}_0 + 2\bar{\mu}_0)\bar{I}_0 + (\bar{\zeta}_i - \bar{\mu}_i)\bar{I}_d + (\bar{\zeta}_d - \bar{\mu}_d)\bar{I}_i \\
\bar{U}_d &= (\bar{\zeta}_d - \bar{\mu}_d)\bar{I}_0 + (\bar{\zeta}_0 - \bar{\mu}_0)\bar{I}_d + (\bar{\zeta}_i + 2\bar{\mu}_i)\bar{I}_i \qquad (1) \\
\bar{U}_i &= (\bar{\zeta}_i - \bar{\mu}_i)\bar{I}_0 + (\bar{\zeta}_d + 2\bar{\mu}_d)\bar{I}_d + (\bar{\zeta}_0 - \bar{\mu}_0)\bar{I}_i
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\bar{U}_0 &= \bar{E}_{e0} - \bar{Z}_{e0}\bar{I}_0 \\
\bar{U}_d &= \bar{E}_{ed} - \bar{z}_{ed}\bar{I}_d \qquad (2) \\
\bar{U}_i &= \bar{E}_{ei} - \bar{z}_{ei}\bar{I}_i
\end{aligned}$$

unde primele ecuaţii exprimă componentele simetrice ale căderilor de tensiune pe cele trei faze ale receptorului nesimetric, în funcţie de

*) Ing. *M. Preda* este conferenţiar la Institutul Politehnic din Bucureşti.

componentele simetrice ale impedanțelor proprii și mutuale ale receptorului:

$$\bar{\zeta}_0 = \frac{1}{3}(\bar{z}_1 + \bar{z}_2 + \bar{z}_3);$$

$$\bar{\zeta}_d = \frac{1}{3}(\bar{z}_1 + a\bar{z}_2 + a^2\bar{z}_3);$$

$$\bar{\zeta}_i = \frac{1}{3}(\bar{z}_1 + a^2\bar{z}_2 + a\bar{z}_3)$$

$$\bar{\mu}_0 = \frac{1}{3}(\bar{z}_{23} + \bar{z}_{31} + \bar{z}_{12});$$

$$\bar{\mu}_d = \frac{1}{3}(\bar{z}_{23} + a\bar{z}_{31} + a^2\bar{z}_{12});$$

$$\bar{\mu}_i = \frac{1}{3}(\bar{z}_{23} + a^2\bar{z}_{31} + a\bar{z}_{12}).$$

Ecuațiile (2) rezultă pe baza teoremei generatorului echivalent, pentru fiecare dintre schemele de calcul corespunzătoare succesiunii directe, inverse sau omopolare a curenților; $\bar{E}_{e0}$, $\bar{E}_{ed}$, $\bar{E}_{ei}$ sînt tensiunile la mers în gol, între punctele analoge $a_1' - a_1''$ ... ale acestor scheme de calcul, iar $\bar{z}_{e0}$, $\bar{z}_{ed}$, $\bar{z}_{ei}$ sînt impedanțele, de intrare ale acestor scheme, în raport cu aceleași borne (fig. 2).

Determinarea componentelor simetrice ale curenților și tensiunilor din rețea se face simplu, pe baza ultimelor scheme de calcul *o*, *d*, *i*, dacă se cunosc mărimile $\bar{U}_0$, $\bar{U}_d$, $\bar{U}_i$. Aceste mărimi se pot calcula în cazurile cele mai generale pe baza ecuațiilor (1) și (2) (valabile pentru cazul unui singur receptor nesimetric, static).

Utilizînd exprimarea matricială, cu notații a căror semnificație este evidentă, se obține:

$$[\bar{U}] = [\bar{\delta}]\,[\bar{I}] \qquad (1')$$

$$[\bar{U}] = [\bar{E}_e] - [\bar{z}_e]\,[\bar{I}] \qquad (2')$$

de unde rezultă:

$$[\bar{\delta}]\,[\bar{I}] = [\bar{E}_e] - [\bar{z}_e]\,[\bar{I}]$$

și deci:

$$[\bar{I}] = [\bar{\delta} + \bar{z}_e]^{-1} \cdot [\bar{E}_e] \qquad (3)$$

$$[\bar{U}] = [\bar{\delta}][\bar{\delta} + \bar{z}_e]^{-1} \cdot [\bar{E}_e] \qquad (4)$$

Utilizînd ecuațiile (3) sau (4), calculul curenților și al căderilor de tensiune din orice circuit trifazat simetric ce alimentează un circuit static nesimetric, se poate reduce la determinarea separată a componentelor simetrice de diferite succesiuni, pe baza schemelor monofazate reprezentate de schemele de calcul *o*, *d*, *i* indicate în fig. 2 (se presupun cunoscute impedanțele și tensiunile electromotoare existente în rețea).

În cazul a *n* receptoare de acest fel, metoda de mai sus generalizată, impune să se stabilească, în locul ecuațiilor (2), alte ecuații ce reprezintă ecuațiile unui multipol activ (ecuațiile unui $6n$-pol cu $3n$ perechi de borne) și să se rezolve simultan, un număr de ecuații egal

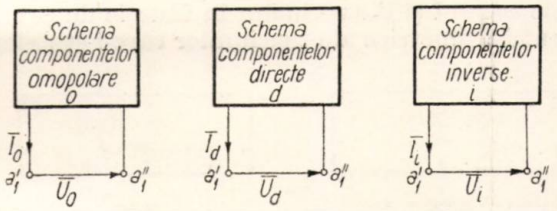


Fig. 2. Schemele de calcul ale rețelei trifazate simetrice pentru componentele simetrice de succesiune omopolară, directă și inversă a curenților.

cu numărul de $3n$ componente simetrice ale curenților, care trec prin cele *n* receptoare statice nesimetrice.

Evident, ecuațiile (3) și (4) pot fi utilizate și în cazul cînd în locul receptorului nesimetric static se consideră o mașină nesimetrică; în acest caz $[\bar{\delta}]$ determinîndu-se din noua formă, corespunzătoare a ecuațiilor (1).

b) **O metodă de calcul pentru cazul rețelelor conținînd receptoare nesimetrice fără cuplaje magnetice între faze.** Considerăm o rețea trifazată simetrică la care este conectat un receptor nesimetric, static, fără cuplaje magnetice între faze. (Corespunde aceeași fig. 1, însă $\bar{z}_{12} = \bar{z}_{23} = \bar{z}_{31} = 0$).

La baza acestei metode, ca și la baza metodei expuse precedent, stă teoria componentelor simetrice, teorema superpoziției și teorema compensației. Deosebirea principală între cele două metode constă în faptul că în această ultimă metodă, în loc să se înlocuiască, pe baza teoremei compensației, receptorul nesimetric prin trei surse cu trei tensiuni electromotoare, se introduc în calcul numai două surse cu două tensiuni electromotoare necunoscute:

$$\bar{E}_2 = (\bar{z}_1 - \bar{z}_2)\,\bar{I}_2; \quad \bar{E}_3 = (\bar{z}_1 - \bar{z}_3)\,\bar{I}_3 \qquad (5)$$

și se determină direct curenții în loc de componentele lor simetrice.

Folosind această metodă, se poate realiza o simplificare considerabilă a calculelor.

Conform teoremei superpoziției, curenții din regimul nesimetric de studiat sînt respectiv egali cu cei din rețeaua reprezentată în fig. 3, care constituie o rețea simetrică, ce alimentează un receptor trifazat simetric, conținînd în plus, un sistem de tensiuni electromotoare nesimetric $\bar{E}_2$ și $\bar{E}_3$.

În baza celor expuse anterior, curenții din rețeaua nesimetrică inițială se pot exprima ca

sumă a curenţilor — notaţi cu indicele prim — din circuitul simetric, alimentînd receptorul simetric cu impedanţele $\bar{z}_1$, în ipoteza că nu ar exista tensiunile electromotoare $\bar{E}_2$ şi $\bar{E}_3$, şi a curenţilor, care s-ar stabili în acelaşi circuit, dacă ar acţiona numai tensiunile electromotoare $\bar{E}_2$ şi $\bar{E}_3$. Aceşti ultimi curenţi îi notăm cu indicele secund şi îi exprimăm în funcţie de componentele simetrice ale tensiunilor care-i stabilesc :

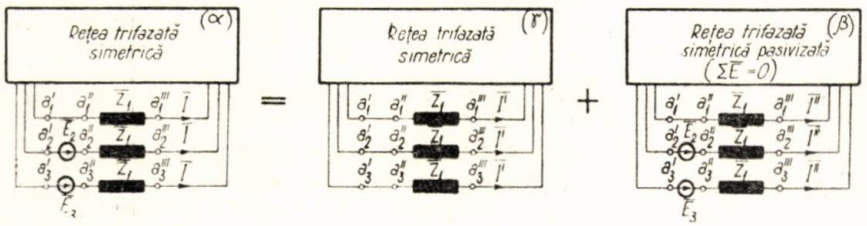


Fig. 3. Reprezentarea schematică a modului de aplicare a teoremei superpoziţiei la calculul curenţilor din reţeaua simetrică şi receptorul nesimetric.

$$\bar{E}_0 = \frac{1}{3}(\bar{E}_2 + \bar{E}_3); \qquad \bar{E}_d = \frac{1}{3}(a\bar{E}_2 + a^2\bar{E}_3);$$

$$\bar{E}_i = \frac{1}{3}(a^2\bar{E}_2 + a\bar{E}_3); \tag{6}$$

şi în funcţie de admitanţele de intrare $\bar{y}_0$, $\bar{y}_d$, $\bar{y}_i$ ale schemelor de calcul, corespunzătoare succesiunilor respective ale curenţilor (fig. 2).

Se obţin ecuaţiile :

$$\begin{aligned} \bar{I}_2 &= \bar{I}_2' + \bar{y}_0\bar{E}_0 + y_d a^2\bar{E}_d + \bar{y}_i\, a\bar{E}_i \\ \bar{I}_3 &= \bar{I}_3' + \bar{y}_0\bar{E}_0 + \bar{y}_d\, a\bar{E}_d + \bar{y}_i\, a^2\bar{E}_i. \end{aligned} \tag{7}$$

Utilizînd componentele simetrice ale admitanţelor de intrare :

$$\bar{y}_{0s} = \frac{1}{3}(\bar{y}_0 + \bar{y}_d + \bar{y}_i);$$

$$\bar{y}_{ds} = \frac{1}{3}(\bar{y}_0 + a\bar{y}_d + a\bar{y}_i); \tag{8}$$

$$\bar{y}_{is} = \frac{1}{3}(\bar{y}_0 + a^2\bar{y}_d + a\bar{y}_i)$$

şi notaţiile :

$$\bar{z}'' = \bar{z}_1 - \bar{z}_2; \quad \bar{z}''' = \bar{z}_1 - \bar{z}_3 \tag{9}$$

se obţine :

$$\begin{aligned} \bar{I}_2 &= \bar{I}_2' + \bar{y}_{0s}\bar{z}''\bar{I}_2 + \bar{y}_{ds}\bar{z}'''\bar{I}_3 \\ \bar{I}_3 &= \bar{I}_3' + \bar{y}_{is}\bar{z}''\bar{I}_2 + \bar{y}_{0s}\bar{z}'''\bar{I}_3 \end{aligned} \tag{10}$$

şi, deci :

$$\begin{aligned} (1 - \bar{y}_{0s}\bar{z}'')\,\bar{I}_2 - \bar{y}_{ds}\bar{z}'''\bar{I}_3 &= \bar{I}_2' \\ -\bar{y}_{is}\bar{z}''\bar{I}_2 + (1 - \bar{y}_{0s})\bar{z}'''\bar{I}_3 &= \bar{I}_3' \end{aligned} \tag{11}$$

Rezolvînd acest ultim sistem de ecuaţii, se determină valorile $\bar{I}_2$ şi $\bar{I}_3$ ale curenţilor din cele două faze 2 şi 3 ale receptorului :

$$\begin{aligned} \bar{I}_2 &= \frac{(1-\bar{y}_{0s}\bar{z}''')\bar{I}_2' + \bar{y}_{ds}\bar{z}'''\bar{I}_3'}{(1-\bar{y}_{0s}\bar{z}'')(1-\bar{y}_{0s}\bar{z}''') - \bar{y}_{is}\bar{y}_{ds}\bar{z}''\bar{z}'''} \\ \bar{I}_3 &= \frac{(1-\bar{y}_{0s}\bar{z}'')\bar{I}_3' + \bar{y}_{is}\bar{z}''\bar{I}_2'}{(1-\bar{y}_{0s}\bar{z}'')(1-\bar{y}_{0s}\bar{z}''') - \bar{y}_{is}\bar{y}_{ds}\bar{z}''\bar{z}'''} \end{aligned} \tag{12}$$

Curentul din faza întîi a receptorului nesimetric, se determină simplu, ţinînd seamă de relaţia de definiţie a componentei omopolare a acestor curenţi :

$$\bar{I}_0 = \frac{1}{3}(\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3)$$

obţinîndu-se :

$$\bar{I}_1 = (\bar{y}_0\bar{z}'' - 1)\,\bar{I}_2 + (\bar{y}_0\bar{z}''' - 1)\,\bar{I}_3 \tag{13}$$

Relaţiile (12) şi (13) au avantajul că permit un calcul direct al curenţilor din receptorul nesimetric — în funcţie de impedanţele de calcul $\bar{z}''$, $\bar{z}'''$, admitanţele de intrare ale schemelor de succesiune omopolară, directă şi inversă, în raport cu punctele în care se leagă receptorul nesimetric şi în funcţie de valorile curenţilor ce s-ar stabili în circuitul simetric β, în ipoteza că tensiunile electromotoare $\bar{E}_2$ şi $\bar{E}_3$ ar fi nule.

Avantajul acestei metode este evident, cînd se utilizează mese de calcul, deoarece determinarea admitanţelor de intrare şi a curenţilor din regimul simetric (cu $\bar{E}_2 = \bar{E}_3 = 0$) se face, în acest caz, extrem de simplu.

Metoda este avantajoasă şi în cazul cînd nu se utilizează mese de calcul, deoarece, cunoscînd curenţii $\bar{I}_2$ şi $\bar{I}_3$, se pot determina simplu, pe baza ecuaţiilor (5) şi (6), componentele simetrice $\bar{U}_0 = -\bar{E}_0$; $\bar{U}_d = -\bar{E}_d$; $\bar{U}_i = -\bar{E}_i$, care reprezintă tensiunile ce trebuie aplicate respectiv schemelor *o*, *d*, *i*, pentru ca în acestea să se stabilească curenţi avînd valori egale cu componentele simetrice ale curenţilor din regimul de studiat.

De asemenea, este util de remarcat, că nu sînt rare cazurile cînd în funcţie de curenţii $\bar{I}_1$, $\bar{I}_2$, $\bar{I}_3$ şi în funcţie de căderile de tensiune :

$$\bar{U}_1 = \bar{z}_1\bar{I}_1; \quad \bar{U}_2 = \bar{z}_2\bar{I}_2; \quad \bar{U}_3 = \bar{z}_3\bar{I}_3$$

de pe fazele receptorului se pot determina, din aproape în aproape, toate celelalte mărimi

necunoscute din circuit, fără a mai fi necesară utilizarea componentelor lor simetrice.

Relațiile (12) și (13) capătă o formă mai simplă pentru cîteva cazuri particulare, importante în practică.

— Pentru *cazul unui receptor cu două faze simetrice*, de exemplu $\bar{z}_1 = \bar{z}_3$, se obține $\bar{z}''' = \bar{z}_1 - \bar{z}_3 = 0$, și, deci,

$$\bar{I}_2 = \frac{\bar{I}'_2}{1 - \bar{y}_{os}\bar{z}''}; \quad \bar{I}_3 = \bar{I}'_3 + \frac{\bar{y}_{is}\bar{z}''}{1 - \bar{y}_{os}\bar{z}''}\bar{I}'_2;$$

$$\bar{I}_1 = \bar{I}'_1 + \frac{\bar{y}_{ds}\bar{z}''}{1 - \bar{y}_{os}\bar{z}''}\bar{I}'_2 \qquad (14)$$

— Pentru *cazul întreruperii unei faze*, de exemplu pentru $\bar{z}_2 = \infty$ și $\bar{z}_1 = \bar{z}_3$, se obține $\bar{z}''' = 0$, $\bar{z}'' = -\infty$; din relațiile de mai sus rezultă:

$$\bar{I}_2 = 0; \quad \bar{I}_3 = \bar{I}'_3 - \frac{\bar{y}_{is}}{\bar{y}_{os}}\bar{I}'_2;$$

$$\bar{I}_1 = \bar{I}'_1 - \frac{\bar{y}_{ds}}{\bar{y}_{os}}\bar{I}'_2. \qquad (15)$$

— Pentru *cazul întreruperii a două faze*, de exemplu pentru $z_2 = \infty$ și $z_3 = \infty$, se obține $\bar{z}'' = \bar{z}''' = -\infty$ și, deci, din relațiile (12) și (13) rezultă:

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{y}_0\bar{y}_i}{\bar{y}_{os}^2 - \bar{y}_{is}\bar{y}_{ds}}\bar{I}'_1. \qquad (16)$$

Ultima relație dă valoarea curentului, care se stabilește printr-o fază a receptorului, atunci cînd două faze ale sale se întrerup, iar pe a treia fază se înseriază o impedanță oarecare $\bar{z}_1$ (receptor monofazat în rețea trifazată simetrică).

— *Scurtcircuit pe două faze*; dacă se realizează un scurtcircuit pe fazele 1 și 3 rezultă $\bar{z}''' = 0$ și $\bar{z}'' = -\bar{z}_2$; din relația (14) se obține pentru acest caz:

$$\bar{I}_1 = \bar{I}'_1 - \frac{\bar{y}_{ds}\bar{z}_2}{1 + \bar{y}_{os}\bar{z}_2}\bar{I}'_2; \quad \bar{I}_2 = \frac{\bar{I}'_2}{1 + \bar{y}_{os}\bar{z}_2};$$

$$\bar{I}_3 = \bar{I}'_3 - \frac{\bar{y}_{is}\bar{z}_2}{1 + \bar{y}_{os}\bar{z}_2}\bar{I}'_2. \qquad (17)$$

— Pentru *un scurtcircuit între două faze*, de exemplu 1 și 3, avem $\bar{z}_1 = 0$, $\bar{z}_3 = 0$, $\bar{z}_2 = \infty$, $\bar{y}_0 = 0$, astfel că se obține $\bar{z}'' = -\infty$, $\bar{z}''' = 0$; rezultă:

$$\bar{I}_2 = 0; \quad \bar{I}_3 = \bar{I}'_3 - \frac{\bar{y}_{is}}{\bar{y}_{os}}\bar{I}'_2;$$

$$\bar{I}_1 = \bar{I}'_1 - \frac{\bar{y}_{ds}}{\bar{y}_{os}}\bar{I}'_2 \qquad (18)$$

și

$$\bar{U}_2 = \bar{z}_2\bar{I}_2 = -\frac{\bar{I}'_2}{\bar{y}_{os}}; \quad \bar{U}_3 = 0; \quad \bar{U}_1 = 0$$

ceea ce arată că avem:

$$\bar{U}_0 = \frac{1}{3}\bar{U}_2; \quad \bar{U}_d = \frac{1}{3}a\bar{U}_2; \quad \bar{U}_i = \frac{1}{3}a^2\bar{U}_2.$$

În funcție de valorile curenților date mai sus, se pot calcula ușor tensiunile electromotoare $\bar{E}_0$, $\bar{E}_d$, $\bar{E}_i$ și deci, se poate evita interconectarea rețelelor (care, în general, conduce la formarea unui circuit complicat, a cărui rezolvare este incomodă, atunci cînd se utilizează metoda analitică și nu se utilizează mese de calcul). Componentele simetrice ale curenților se determină, în acest caz, separat pentru fiecare din schemele *o*, *d*, *i*.

În cazul unei rețele trifazate simetrice, la care se conectează n receptoare statice, nesimetrice, fără cuplaje magnetice între faze, metoda precedentă se poate ușor generaliza, așa după cum se arată în cele ce urmează.

Astfel, pe faza a doua și a treia a receptorului cu numărul de ordine k se înlocuiesc respectiv impedanțele $\bar{z}_{k2}$ și $\bar{z}_{k3}$ cu impedanțele $\bar{z}_{k1}$, legate în serie cu tensiunile electromotoare

$$\bar{E}_{k2} = \bar{z}''_k\bar{I}_{k2} \text{ respectiv } \bar{E}_{k3} = \bar{z}'''_k\bar{I}_{k3} \qquad (19)$$

unde s-au folosit notațiile:

$$\bar{z}''_k = \bar{z}_{k1} - \bar{z}_{k2}; \quad \bar{z}'''_k = \bar{z}_{k1} - \bar{z}_{k3}.$$

Pe baza teoremei superpoziției, curenții $\bar{I}_{k2}$ și $\bar{I}_{k3}$ se pot exprima ca sumă a curenților $\bar{I}'_{k2}$ respectiv $\bar{I}'_{k3}$ ce s-ar stabili în ramurile $k2$ respectiv $k3$ dacă tensiunile electromotoare de calcul E_{kt} ar fi toate nule pentru oricare dintre valorile k, $t = 1, 2, \ldots, n$ și a curenților, care s-ar stabili în aceste ramuri, dacă ar acționa numai tensiunile electromotoare E_{kt}, iar restul tensiunilor electromotoare din circuit ar fi nule. În acest mod se obține:

$$\bar{I}_{k2} = \bar{I}'_{k2} + \sum_{t=1}^{n}(\bar{y}_{tk0}\bar{E}_{t0} + a^2\bar{y}_{tkd}\bar{E}_{td} + a\bar{y}_{tki}\bar{E}_{ti})$$

$$(k = 1,2, \ldots, n) \qquad (20)$$

$$\bar{I}_{k3} = \bar{I}'_{k3} + \sum_{t=1}^{n}(\bar{y}_{tk0}\bar{E}_{t0} + a\bar{y}_{tkd}\bar{E}_{td} + a^2\bar{y}_{tki}\bar{E}_{ti})$$

unde admitanțele de formă $\bar{y}_{kt}$ reprezintă pentru $t = k$ admitanțele de intrare ale schemelor de calcul corespunzătoare succesiunii m a curenților ($m = o, d, i$) în raport cu bornele la care era conectată tensiunea electromotoare $\bar{E}_{k2}$ a receptorului k.

— Pentru $t \neq k$, $\bar{y}_{kt}$ reprezintă admitanțele de transfer ale schemei de calcul corespunzătoare succesiunii m a curenților, între ramurile în care sînt conectate tensiunile electromotoare $\bar{E}_{k2}$ și $\bar{E}_{t2}$.

— Tensiunile electromotoare $\bar{E}_{t0}$, $\bar{E}_{td}$, $\bar{E}_{ti}$ reprezintă componentele simetrice ale tensiunilor electromotoare $\bar{E}_1 = 0$, $\bar{E}_{t2}$, $\bar{E}_{t3}$ corespunzătoare receptorului t.

Exprimînd aceste componente simetrice ale tensiunilor electromotoare, pe baza relaţiilor (19), se obţine :

$$\bar{I}'_{k2} = \bar{I}_{k2} + \sum_{t=1}^{n} (\bar{y}_{otk}\,\bar{z}''_t\,\bar{I}_{t2} + \bar{y}_{dtk}\,\bar{z}'''_t\,\bar{I}_{t3})$$

$$(k = 1,2, \ldots, n) \qquad (21)$$

$$\bar{I}'_{k3} = \bar{I}_{k3} + \sum_{t=1}^{n} (\bar{y}_{itk}\,\bar{z}''_t\,\bar{I}_{t2} + \bar{y}_{otk}\,\bar{z}'''_t\,\bar{I}_{t3})$$

unde $\bar{y}_{otk}$, $\bar{y}_{dtk}$, $\bar{y}_{itk}$ reprezintă componentele simetrice omopolare, directe şi inverse ale admitanţelor de intrare sau de transfer, corespunzătoare celor trei succesiuni ale curenţilor :

$$\bar{y}_{otk} = \frac{1}{3}(\bar{y}_{tko} + \bar{y}_{tkd} + \bar{y}_{tki})\,;$$

$$\bar{y}_{dtk} = \frac{1}{3}(\bar{y}_{tko} + a\bar{y}_{tkd} + a^2\bar{y}_{tki})$$

$$\bar{y}_{itk} = \frac{1}{3}(\bar{y}_{tko} + a^2\bar{y}_{tkd} + a\bar{y}_{tki}). \qquad (22)$$

Pentru rezolvarea sistemului de ecuaţii (21) este util să se utilizeze calculul matricial şi să se introducă notaţiile :

$$[\bar{I}_{k2}] = \begin{bmatrix} \bar{I}_{12} \\ \bar{I}_{22} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \bar{I}_{n2} \end{bmatrix}; \quad [\bar{I}_{k3}] = \begin{bmatrix} \bar{I}_{13} \\ \bar{I}_{23} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \bar{I}_{n3} \end{bmatrix} \qquad (23)$$

$$[\bar{z}''] = \begin{bmatrix} \bar{z}''_1 \\ \bar{z}''_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \bar{z}''_n \end{bmatrix}; \quad [\bar{z}'''] = \begin{bmatrix} \bar{z}'''_1 \\ \bar{z}'''_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \bar{z}'''_n \end{bmatrix}$$

Pentru matricea admitanţelor de intrare şi de transfer corespunzătoare diferitelor succesiuni ale curenţilor vom folosi notaţia :

$$[\bar{y}_{mt}] = \begin{bmatrix} \bar{y}_{m11} & \bar{y}_{m21} & \cdots & \bar{y}_{mn1} \\ \bar{y}_{m12} & \bar{y}_{m22} & \cdots & \bar{y}_{mn2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \bar{y}_{m1n} & \bar{y}_{m2n} & \cdots & \bar{y}_{mnn} \end{bmatrix} \quad (m = o,\ d,\ i) \qquad (24)$$

Folosind aceste notaţii, ecuaţiile (21) capătă următoarea formă matricială :

$$\begin{vmatrix} [\bar{I}_{\,2}] \\ [\bar{I}_{\,3}] \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} [\bar{I}_{k2}] \\ [\bar{I}_{k3}] \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} [\bar{y}_{ot}] & [\bar{y}_{dt}] \\ [\bar{y}_{it}] & [\bar{y}_{ot}] \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} [\bar{z}''] & 0 \\ 0 & [\bar{z}'''] \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} [\bar{I}_{\,2}] \\ [\bar{I}_{\,3}] \end{vmatrix} \qquad (25)$$

unde semnificaţia matricelor $[\bar{I}'_{k2}]$ şi $[\bar{I}'_{k3}]$ este evidentă. Introducînd notaţii pentru matricele compuse, se obţine :

$$[\bar{I}_{k2,3}] = [\bar{I}'_{k2,3}] + [\bar{y}_m] \cdot [\bar{z}] \cdot [\bar{I}_{k2,3}] \qquad (26)$$

de unde rezultă :

$$[\bar{I}'_{k2,3}] = [[1] - [\bar{y}_m][\bar{z}]]^{-1} \cdot [\bar{I}'_{k2,3}] \qquad (27)$$

Calculînd pe baza ultimei ecuaţii matricea $[\bar{I}_{\,2,3}]$ a curenţilor $\bar{I}_{k2}$, $\bar{I}_{k3}$ se determină apoi simplu, componentele simetrice ale tensiunilor electromotoare :

$$\bar{E}_{k0} = \frac{1}{3}(\bar{z}''_k\,\bar{I}_{k2} + \bar{z}'''_k\,\bar{I}_{k3}) \qquad (k = 1,2, \ldots, n)$$

$$\bar{E}_{kd} = \frac{1}{3}(a\bar{z}''_k\,\bar{I}_{k2} + a^2\bar{z}'''_k\,\bar{I}_{k3}) \qquad (28)$$

$$\bar{E}_{ki} = \frac{1}{3}(a^2\bar{z}''_k\,\bar{I}_{k2} + a\bar{z}'''_k\,\bar{I}_{k3})$$

În funcţie de aceste componente simetrice ale tensiunii electromotoare de calcul se determină apoi, separat, pentru fiecare din schemele *o*, *d*, *i*, componentele simetrice ale curenţilor, care se stabilesc în circuitul dat, în regimul de funcţionare nesimetrică studiat.

Avantajul acestei metode constă în faptul, că pentru determinarea curenţilor şi tensiunilor din circuitul nesimetric dat, trebuie să se rezolve simultan numai $2n$ ecuaţii cu $2n$ necunoscute, ceea ce corespunde rezolvării ecuaţiilor (21) sau a ecuaţiei matriciale (27) în loc de 3n ecuaţii care ar trebui să se rezolve în cadrul teoriei componentelor simetrice, pentru a determina cele $3n$ componente simetrice ale curenţilor din cele n receptoare nesimetrice.

Dacă vreuna din impedanţele $\bar{z}_{k1}$ are o valoare infinită, atunci în metoda de calcul expusă, această impedanţă apare şi în reţeaua simetrică (care conţine pe toate fazele impedanţa $\bar{z}_1$). Pe celelalte două faze ale receptorului k apar tensiuni electromotoare inifinite ($\bar{z}''_k\bar{I}_2$, $\bar{z}'''_k\,\bar{I}_{k3}$). Pentru a se evita aceasta, se consideră în locul receptorului nesimetric k, un receptor simetric avînd pe cele 3 faze impedanţe egale cu impedanţa finală $\bar{z}_2$ (sau eventual cu impedanţa $\bar{z}_3$) şi se introduc tensiuni electromotoare de calcul nesimetrice pe fazele 1 şi 3.

Din cele expuse anterior, rezultă ca în cazurile cînd realizarea regimului nesimetric se datorește, în întregime sau în parte, existenței unei impedanțe infinite în rețea (adică existenței unor întreruperi a conductoarelor) și numerotarea fazelor nu se poate face astfel încît pe faza 1 să nu avem impedanțe infinite, este necesar să se introducă tensiuni electromotoare de calcul și pe faza 1. În astfel de cazuri, trebuie să se utilizeze o formă mai generală a ecuațiilor (21) în care să apară și tensiunile electromotoare $\overline{E}_{t1}$. Această formă se obține imediat, prin analogie, din ecuațiile (21):

$$\overline{I}_{i2} = \overline{I}_{k2} + \sum_{t=1}^{n} (\overline{y}_{it} \overline{E}_{t1} + \overline{y}_{otk} \overline{E}_{t2} + \overline{y}_{dtk} \overline{E}_{t3})$$

$$\overline{I}_{i3} = \overline{I}_{k3} + \sum_{t=1}^{n} (\overline{y}_{dtk} \overline{E}_{t1} + \overline{y}_{itk} \overline{E}_{t2} + \overline{y}_{otk} \overline{E}_{t3}) \quad (29)$$

$$\overline{I}_{i1} = \overline{I}_{k1} + \sum_{t=1}^{n} (\overline{y}_{otk} \overline{E}_{t1} + \overline{y}_{itk} \overline{E}_{t2} + \overline{y}_{itk} \overline{E}_{t3})$$

În ecuațiile de mai sus, cîte una din mărimile ($\overline{E}_1$, $\overline{E}_2$, $\overline{E}_{t3}$) este nulă și deci, apar în total numai $2n$ tensiuni electromotoare de calcul necunoscute. Pentru determinarea lor, se consideră din cele $3n$ ecuații de mai sus un număr de $2n$ ecuații, care exprimă curenții din cele $2n$ ramuri ce conțin tensiuni electromotoare de calcul diferite de zero.

Pentru rezolvarea ecuațiilor astfel obținute, se observă că în ramurile care conțin impedanțe infinite, curenții sînt nuli și că valorile curenților nenuli se exprimă, în funcție de tensiunile electromotoare de calcul, pe baza relațiilor de definiție a acestora:

$$\overline{E}_{im} = \overline{z}_t^{(m)} \overline{I}_{tm}. \quad (30)$$

Natural, în cele $2n$ ecuații s-ar putea considera ca necunoscute și curenții din ramurile care conțin tensiuni electromotoare de calcul împreună cu tensiunile electromotoare de calcul din ramurile cu curenți nuli.

Ecuațiile (29) pot fi utilizate și în cazul unui receptor cu cuplaje magnetice între fraze — dînd valorile corespunzătoare mărimilor $\overline{E}_{i1}$, $\overline{E}_2$, $\overline{E}_{t3}$ — însă în acest caz numărul de ecuații ce trebuie rezolvate crește, în cazul general, la $3n$.

APLICAȚIE

Ca exemplu de aplicare a metodei de calcul expuse, vom trata problema determinării curenților într-un regim de avarie nesimetric al unui sistem de alimentare D.C.P. (două conducte pămînt) (fig. 4) [4]. Din acest exemplu, mai reiese că metoda expusă poate fi utilizată cu succes și în anumite cazuri, cînd există cuplaje magnetice nesimetrice.

Admitem că tensiunile de linie pe barele stației raionale sînt simetrice $U_l = 35$ kV. Prin intermediul sistemului DCP și al unui transformator, se alimentează motoare asincrone cu rotorul în scurtcircuit. Sarcina — inclusiv transformatorul — are caracteristicile nominale indicate în schemă. Aceeași sarcină are pentru succesiunea inversă a curenților, o reactanță de 25%. Impedanța liniei, alimentată cu un sistem de curenți bifazat simetric de succesiune directă sau omopolară, este respectiv egală cu:

$$\overline{z}_{ld} = \overline{z}_l - \overline{z}_m = (27 + j12)\ \Omega;$$
$$\overline{z}_{lo} = \overline{z}_l + \overline{z}_m = (30 + j30{,}25)\ \Omega,$$

unde $\overline{z}_l$ este impedanța proprie a unei conducte, iar $\overline{z}_m$ este impedanța de cuplaj magnetic dintre cele două conducte.

Ne propunem să determinăm valorile curenților din circuite, în cazul unui scurtcircuit, la intrarea în transformator, între fazele 2 și 3.

Rezolvarea problemei se începe prin determinarea impedanțelor elementelor sarcinii, raportate la primarul transformatorului (pe partea de 35 kV).

Impedanța receptorului — inclusiv a transformatorului — pentru cele două succesiuni directe și inverse a'e curenților are respectiv valorile:

$$\overline{z}_{rd} = \frac{U_l^2}{P_r - jQ_r} = (392 + j295)\ \Omega;$$

$$\overline{z}_{ri} \cong jx_{ri} = j0{,}25 \frac{U_l^2}{S_r} = j122\ \Omega.$$

Impedanța punerii la pămînt este $\overline{z} = r = 2\,\Omega$. Fără a modifica valorile curenților, putem considera, pe baza teoremei compensației, în locul sistemului nesimetric D.C.P. o linie trifazată simetrică (avînd pe fază impedanțele proprii $\overline{z}_l$ și între două faze impedanța mutuală $\overline{z}_m$) în care acționează, pe fiecare din cele trei faze tensiuni electromotoare convenabil alese. În locul defectului nesimetric se poate, de asemenea, considera un sistem echivalent (1), în care sursa are o tensiune electromotoare $\overline{E}_{11}$ egală cu tensiunea la bornele transformatorului, între cele două faze 1 și 2, în regimul de avarie considerat (fig. 5).

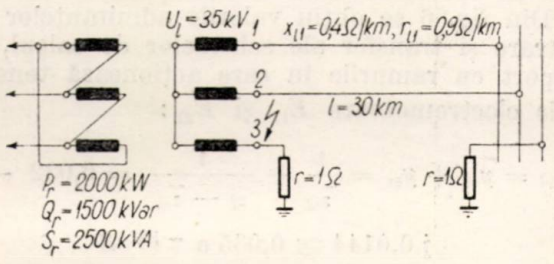


Fig. 4. Scurtcircuit bipolar într-un circuit de alimentare în sistem D.C.P.

Schema de calcul corespunzătoare sistemului component simetric de succesiune directă a curenților, este reprezentată în fig. 6.

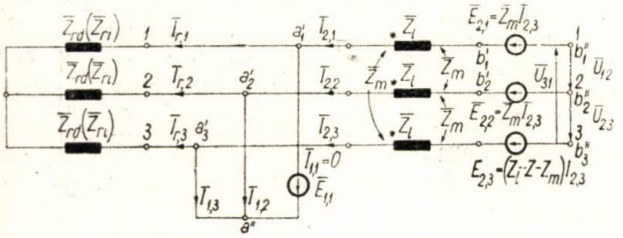


Fig. 5. Schema echivalentă de calcul a circuitului de alimentare în sistem D.C.P. cu scurtcircuit bipolar.

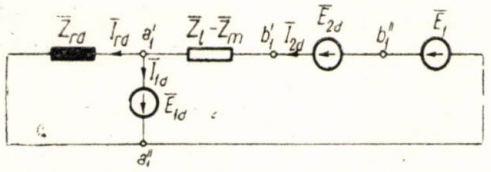


Fig. 6. Schema de calcul a componentelor directe ale curenților din circuitul de alimentare în sistem D. C. P. cu scurtcircuit bipolar.

Schema corespunzătoare succesiunii inverse a curenților diferă de cea precedentă numai prin faptul, că în ea apar componentele inverse ale tensiunilor electromotoare, iar pentru sarcină intervine impedanța $\bar{z}_{ri}$, corespunzătoare acestei succesiuni a curenților.

Deoarece, în circuitul considerat, punctele neutre nu sînt unite prin conductoare, suma curenților din cele trei faze este nulă. Ca urmare, rezultă o valoare nulă pentru componentele omopolare ale curenților și pentru admitanțele corespunzătoare sistemului component simetric de succesiune nulă a curenților.

Din fig. 6 se obțin valorile admitanțelor de intrare și transfer ale schemelor de calcul, în raport cu ramurile în care acționează tensiunile electromotoare $\bar{E}_{11}$ și $\bar{E}_{21}$:

$$\bar{y}_{11d} = \bar{y}_{rd} + \bar{y}_{ld} = \frac{1}{\bar{z}_{rd}} + \frac{1}{\bar{z}_l - \bar{z}_m} = 0{,}032 - \mathrm{j}\,0{,}0144 \cong 0{,}035\,\mathrm{e}^{-\mathrm{j}25^\circ}\ S$$

$$\bar{y}_{11i} = \bar{y}_{ri} + \bar{y}_{li} = \frac{1}{\bar{z}_{ri}} + \frac{1}{\bar{z}_l - \bar{z}_m} = 0{,}03 - \mathrm{j}\,0{,}0214 \cong 0{,}037\,\mathrm{e}^{-\mathrm{j}35^\circ 30'}\ S.$$

$$\bar{y}_{12d} = \bar{y}_{12i} = \bar{y}_{22d} = \frac{1}{\bar{z}_l - \bar{z}_m} \cong 0{,}033\,\mathrm{e}^{-\mathrm{j}24^\circ}\ S$$

Componentele simetrice ale admitanțelor de intrare și transfer au valorile:

$$\bar{y}_{o11} = \frac{1}{3}(\bar{y}_{11d} + \bar{y}_{11i}) = (2{,}05 - \mathrm{j}\,1{,}20)\,10^{-2} \cong 0{,}024\,\mathrm{e}^{-\mathrm{j}30^\circ 20'}\ S$$

$$\bar{y}_{d11} = \frac{1}{3}(a\bar{y}_{11d} + a^2\bar{y}_{11i}) = (-1{,}2 + \mathrm{j}\,0{,}65)\,10^{-2} \approx 1{,}37\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}151^\circ}\cdot 10^{-2}\ S$$

$$\bar{y}_{i11} = \frac{1}{3}(a^2\bar{y}_{11d} + a^1\bar{y}_{11i}) = (-0{,}85 + \mathrm{j}\,0{,}55)\,10^{-2} = 0{,}0101\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}146^\circ}\ S$$

$$\bar{y}_{o12} = \bar{y}_{o22} = \frac{2}{3}\bar{y}_{12d} \approx 0{,}022\,\mathrm{e}^{-\mathrm{j}24^\circ}\ S$$

$$\bar{y}_{d12} = \bar{y}_{i12} = \bar{y}_{d22} = \bar{y}_{i22} = -\frac{1}{3}\bar{y}_{12} = -0{,}011\cdot\mathrm{e}^{-\mathrm{j}24^\circ}\ S$$

(Determinarea acestor valori se poate face comod pe cale grafică [3, 4]).

Exprimînd pe baza relațiilor (29) curenții din faza întîi a receptorului 1 și din faza a treia a receptorului nesimetric 2 (care reprezintă sistemul D.C.P.) se obține:

$$\bar{I}_{11} = 0 = \bar{I}'_{11} + \bar{y}_{o11}\bar{E}_{11} + y_{o21}\bar{E}_{21} + \bar{y}_{d21}\bar{E}_{22} + \bar{y}_{i21}\bar{E}_{23}$$

$$\bar{I}_{23} = \bar{I}'_{23} + \bar{y}_{d12}\bar{E}_{11} + \bar{y}_{d22}\bar{E}_{21} + \bar{y}_{i22}\bar{E}_2 + \bar{y}_{o22}\bar{E}_{23}.$$

Egalînd valorile tensiunii electromotoare de calcul $\bar{E}_{23}$ cu valoarea corespunzătoare, indicată în schema din fig. 5 și regrupînd termenii rezultă:

$$\bar{y}_{o11}\bar{E}_{11} + (\bar{z}_l - \bar{z} - 2\bar{z}_m)\bar{y}_{i21}\bar{I}_{23} + \bar{I}'_{11} = 0$$

$$\bar{y}_{d12}\bar{E}_{11} + [(\bar{z}_l - \bar{z} - 2z_m)\bar{y}_{o22} - 1]\bar{I}_{23} + \bar{I}'_{23} = 0$$

Avem:

$$\bar{z}_l - \bar{z} - 2\bar{z}_m = 23{,}5 + \mathrm{j}\,3 \cong 23{,}8\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}7^\circ 30'}\ \Omega.$$

Rezolvînd acest sistem de două ecuații cu două necunoscute ($\bar{E}_{11}$, $\bar{I}_{23}$) se obține:

$$\bar{E}_{11} = -25\,200\,\mathrm{e}^{-\mathrm{j}165^\circ}\,\mathrm{V};$$

$$\bar{I}_{23} = 1\,030\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}55^\circ 30'}\ \mathrm{A}.$$

În continuare, pe baza sistemului de ecuații (29) se determină pe rînd mărimile celorlalți curenți

$$\bar{I}_{22} = \bar{I}'_{22} + \bar{y}_{i12}\bar{E}_{11} + \bar{y}_{d22}\bar{E}_{23} = -549 - \mathrm{j}\,749 = -930\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}53^\circ 44'}\ \mathrm{A}$$

$$\bar{I}_{12} = \bar{I}'_{12} + \bar{y}_{i11}\bar{E}_{11} + \bar{y}_{d21}\bar{E}_{23} = -597 - \mathrm{j}\,765 = 970\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}52^\circ}\mathrm{A}.$$

Deoarece în circuitul considerat, suma curenților este nulă, rezultă:

$$\bar{I}_{21} = -(\bar{I}_{22} + \bar{I}_{22}) = -(33 + \mathrm{j}97) \simeq -103\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}71^\circ 14'}\ \mathrm{A}.$$

Aplicînd prima lege a lui Kirchhoff, în punctele unde s-a realizat scurtcircuitul, se obțin

valorile celorlalți curenți necunoscuți din circuit.

$$\bar{I}_{r2} = \bar{I}_{22} - \bar{I}_{12} = 50{,}6\ e^{j118°25'};$$

$$\bar{I}_{r3} = \bar{I}_{23} + \bar{I}_{12} = 75\ e^{j178°30'}.$$

Bibliografie

[1] Antoniu I. S.: *Chestiuni speciale de electrotehnică.* Ed. Academiei R.P.R. București 1956.

[2] Rozenberg, B. I.: *Complexnie shemi zamescenia treohfaznih setei pri necotorih vidah asimmetrii* Electricestvo **77** (1957) 1, 16–22

[3] Zeveke G. Bi Ionkin P. A.: *Osnovi teorii tepei,* Gosenergoizdat Moscova 1955.

[4] Racz I.: *A szimmetrikus összetevök modszerenek elemei,* Tankönyvkiado, Budapest 1952.

Intrat în redacție la 27.I.1958

Metodă practică de dimensionare a filamentului lămpilor de foarte joasă tensiune

(Comunicare din Institutul de Cercetări Electrotehnice)

AUREL AVRAMESCU – București *)

Adaptarea rezultatelor teoretice la necesitățile practice de calcul ce se ivesc la proiectare, constituie întotdeauna o problemă de ingeniozitate și prezintă mare importanță în legătură cu scurtarea timpului necesar pentru calcule. Pe această linie autorul prezintă o metodă practică bazată pe rezultatele teoretice obținute anterior, prin care rezultatele calculelor se pot citi direct pe diagramele și nomogramele const uite în gcest scop. Lămpile de foarte joasă tensiune calculate pe baza metodei propuse au confirmat valabilitatea și utilitatea ei.

CZ 621.326.75.632.3

În două lucrări anterioare [1,2] autorul a dedus și susținut o metodă de calcul a filamentului liniar în lămpi cu vid de foarte joasă tensiune.

Calculul s-a bazat pe relațiile energetice generale ale filamentului, cunoscute din studiile îndelungate ale lămpilor obișnuite [3,4]. Cu toate că s-a reușit a se deduce o soluție trinomă simplă pentru calculul repartizării temperaturii de-a lungul filamentului, iar pentru calculul funcțiilor și criteriilor mai complicate s-au dat diagrame și tabele de valori, totuși orientarea în calcule nu este ușoară pentru ingineri nefamiliarizați cu calculul analitic. De aceea se dau în cele ce urmează:

– indicații practice, legate mai strîns de realitatea fizică, privind mărimile de calcul;

– diagrame și nomograme în vederea obținerii imediate a rezultatelor calculului.

Aceste simplificări permit elaborarea unei *metode practice de dimensionare*, care face apel la un efort minim din partea proiectantului. Aplicarea acestei metode se ilustrează concret prin proiectarea unor prototipuri de lămpi și verificarea experimentală a calculelor. Din această verificare se pot trage concluzii critice asupra metodei propuse.

Relații fizice fundamentale

1.1. **Bilanț energetic.** Cunoscînd din soluțiile deduse repartizarea temperaturii în filament în funcție de diferiți parametri geometrici, termici și electrici se pot deduce relații utile privind comportarea filamentului. Cele mai importante sînt acelea care privesc bilanțul puterilor și energiilor.

Puterea electrică produsă în filament se deduce din relațiile (II 1) (II 3) și este pentru jumătate din filament (la care se referă lungimea l)

$$\frac{1}{2} P = I^2 \int_0^1 \mathrm{d}R = I^2 \rho_0 = \frac{4l}{\pi d^2} \int_0^1 u^{1,2}\, \mathrm{d}x$$

iar pentru întregul filament, datorită simetriei

$$P = \frac{8l}{\pi d^2} I^2\, \rho_0 \int_0^1 u^{1,2}\, \mathrm{d}x. \qquad (1)$$

În această expresie $\rho_0 = 56{,}7\ 10^{-6}$ pentru W_0 și constantele se pot concentra rezultînd:

$$P = 144{,}5\ 10^{-6} \frac{I^2 l}{d^2} \int_0^1 u^{1,2}\, \mathrm{d}x \cdot \qquad (2)$$

În același timp din relația (II 8)

$$P = j^2\, \rho_0 \frac{2\pi l\, d^2}{4} \int_0^1 u^{1,2}\, \mathrm{d}x = 89{,}0\ 10^{-6}\ j^2\, l\, d^2\, \overline{u^{1,2}}$$

$$= 151\ l\, d \frac{a}{b} \cdot \overline{u^{1,2}}.$$

Din toate elementele formulelor integrala este cel mai puțin cunoscută și urmează a se

*) Prof. dr. ing. *A. Avramescu* este membru corespondent al Academiei R.P.R.

studia mai detaliat pe baza rezultatelor obținute.

Notînd cu

$$\bar{u} = \int_0^1 u \, \mathrm{d}\, x \tag{3}$$

valoarea medie a temperaturii, un parametru important pentru aprecierea regimului termic al filamentului și cu

$$\bar{u}^{1,2} = \int_0^1 u^{1,2} \, \mathrm{d}x \tag{4}$$

integrala din formulele puterii (1) și (2) se observă că valorile respective se obțin printr-o

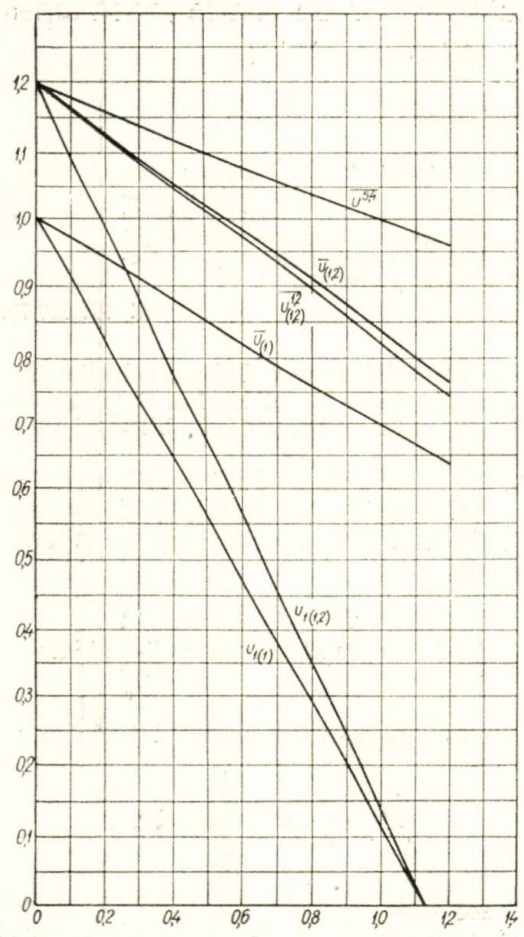


Fig. 1. Temperaturi medii și integrale.

cuadratură, dacă se cunoaște repartizarea temperaturii numerice u.

Calculul analitic este posibil dacă pentru u se consideră una din formulele trinome. De exemplu pentru $u_m = 1{,}2$ și plecînd de la formula (II 53):

$$\frac{u}{u_m} = 1 - \delta\, x^2 + 0{,}11\, \delta\, x^3$$

se obține prin integrare imediat:

$$\frac{\bar{u}}{u_m} = 1 - \frac{\delta}{3} + 0{,}11\,\frac{\delta}{4} = 1 - 0{,}055\ \delta \tag{5}$$

Tot așa pentru integrala (4)

$$\frac{\bar{u}^{1,2}}{u_m^{1,2}} = \left[x - \frac{1,2}{3}\,\delta x^2 + \frac{1,2\ 0,11}{4}\,\delta x^4 + \right.$$

$$\left. + \frac{0,12}{5}\,\delta x^5 - \frac{0,11\ 0,24}{6}\,\delta^2 x^4 + \ldots \right]_0^1$$

care se reduce la:

$$\frac{\bar{u}^{1,2}}{u_m^{1,2}} = 1 - \frac{0,2}{3}\,\delta + 0{,}0195\ \delta^2 + \ldots \tag{6}$$

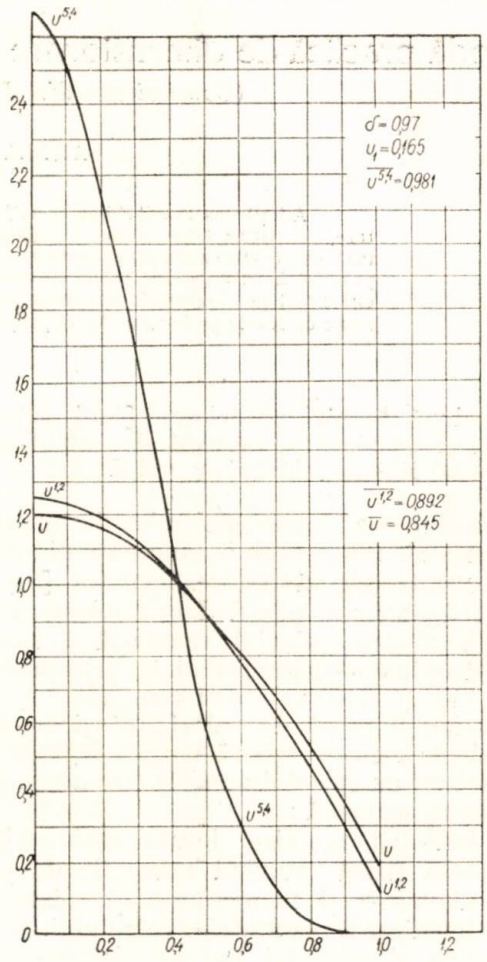


Fig. 2. Calculul filamentului $\bar{u}^{5,4}$ și $\bar{u}^{1,18}$.

S-au efectuat aceste calcule și s-au reprezentat în fig. 1. Curbele sînt aproape liniare în funcție de δ și anume scad cînd δ crește.

Puterea radiată se obține în fiecare secțiune în funcție de temperatura filamentului din integrarea expresiei (II 6) pe întreaga lungime $2\,l$ a filamentului

$$P_r = 2\,p\,l \int \mathrm{d}w = 2\pi\, dl w_0 \int_0^1 u^{5,4}\, \mathrm{d}x, \text{ [W]} \tag{7}$$

Introducînd valoarea ω_0 și cu notația (4) expresia se scrie

$$P_r = 151\ l\, d\, \bar{u}^{5,4} \tag{8}$$

Calculul integralei se face cel mai bine grafic. Spre a ușura stabilirea curbei de integrat în expresiile (2) și (3) se dau în fig. 2 valorile, $u^{1,2}$ mai precis $\overline{u}^{1,18}$ și $\overline{u}^{5,4}$ în funcție de u.

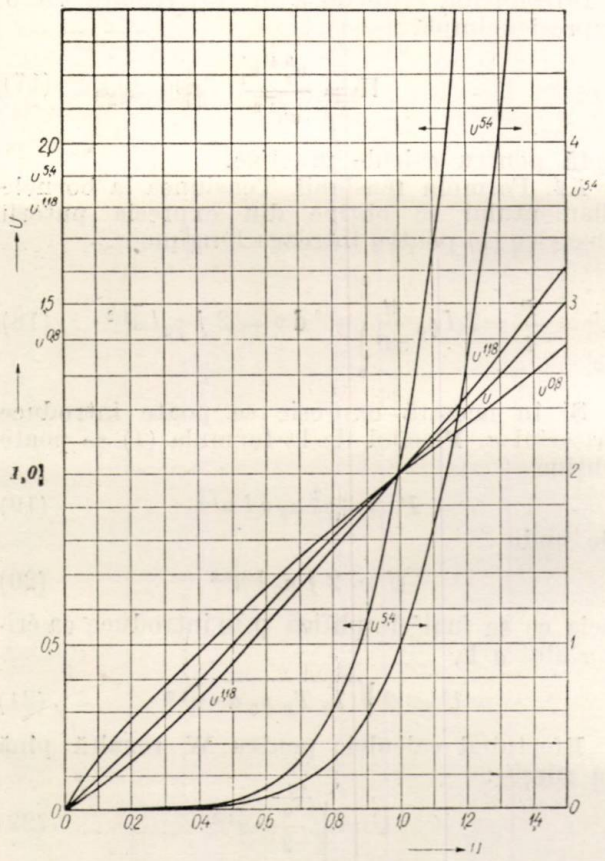


Fig. 3. Medii integrale pentru $\delta = 0{,}934$ $u_1 = 0{,}2$.

În fig. 3 și 4 s-au calculat grafic aceste integrale pentru valorile $\delta = 0{,}934$ și 0,981. Valorile care au rezultat din integrare grafică s-au trecut în aceste diagrame. Din numeroase calcule de acest fel au rezultat curbele din fig. 1, foarte utile pentru proiectări.

Puterea cedată suportului la ambele capete se calculează din expresia (II 73) și este

$$P_2 = -2\lambda_0' \frac{T_0}{l} u_1^{0,4} \left(\frac{du}{dx}\right)_1, \text{ [W]} \qquad (9)$$

funcție de temperatura numerică și gradientul ei la capete. Ele se pot calcula cu exactitatea dorită din soluțiile date la punctul II 3 în speță cu o primă aproximație din (II 54), (II 56), (II 58) sau mai exact din (II 50) și (II 51).

Valorile $u_1^{0,4}$ și $(du/dx)_1$ calculate din formula trinomă (II 53) sînt reprezentate în fig. II 8 funcție de δ.

Introducînd aceste valori după formulele (II 54) și (II 56) în expresia (9) se obține

$$P_c = 2\lambda' \frac{T_0}{l} [u_m (1-\delta) + 0{,}13]^{0,4} \delta (2\, u_m - 0{,}4).$$

În cazul unor calcule mai exacte valorile depind nu numai de δ ci și de parametrii ε și ζ. O reprezentare grafică în această lucrare nu este indicată, dar se pot face calcule concrete de dimensionare.

Bilanțul energetic cere ca expresia (1) să fie totdeauna suma expresiilor (7) și (9) adică $P = P_r + P_c$.

Această condiție se formulează cu ajutorul ecuației diferențiale criteriilor a și b după cum urmează:

$$\overline{au}^{1,2} = \overline{bu}^{5,4} + u_1^{0,4} \left(\frac{du}{dx}\right)_1. \qquad (10)$$

Satisfacerea acestei condiții este cel mai bun control pentru exactitatea soluțiilor și integrărilor.

1.2 **Randamentul radiației.** Se definește ca randament al radiației raportul dintre puterea

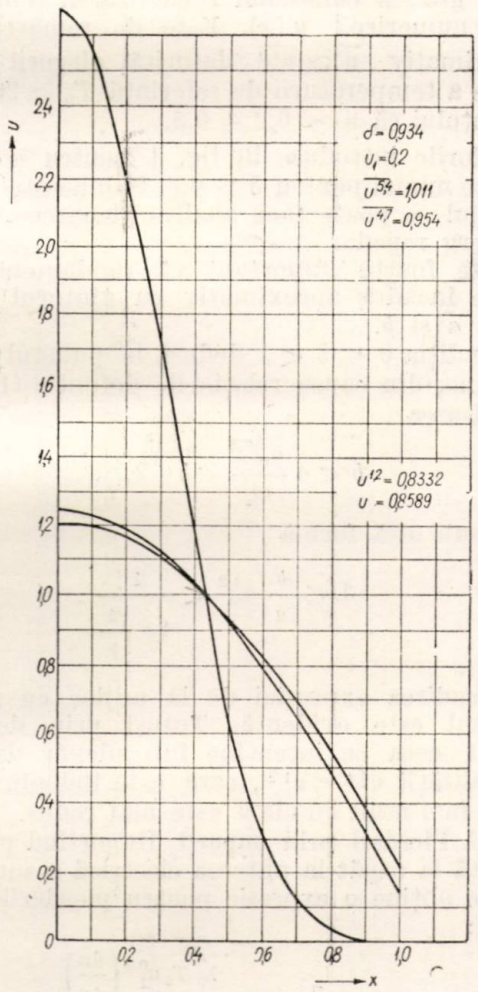


Fig. 4. Medii integrale pentru $\delta = 0{,}934$ și $u_1 = 0{,}2$.

totală radială și puterea curentului. Datorită simetriei acest raport este identic pentru cele două jumătăți ale filamentului. Cu ajutorul

formulelor (1) şi (7) randamentul se exprimă prin

$$\eta = \frac{P_r}{P} = \frac{4w_0}{dj^2\rho_0}\frac{\overline{u^{5,4}}}{\overline{u}^{1,2}} = 1{,}075\cdot 10^6\frac{d^3}{I^2}\frac{\overline{u^{5,4}}}{\overline{u}^{1,2}}. \quad (11)$$

Această formulă se poate exprima şi prin parametrii a şi b, deoarece:

$$\frac{b}{a} = \frac{4w_0}{dj^2\rho_0}$$

Rezultă:

$$\eta = \frac{b}{a}\frac{\overline{u}^{5,4}}{\overline{u}^{1,2}}, \quad (12)$$

o expresie cît se poate de simplă pentru randamentului radiaţiei care confirmă utilitatea formulării adimensionale în calcule şi importanţa parametrilor a şi b pentru toate calculele. Valorile acestor parametrii se pot obţine uşor din nomograma fig. II 6. —

Integralele $\overline{u^{5,4}}$ şi $\overline{u^{1,2}}$ se pot calcula prin integrare grafică cunoscînd repartizarea temperaturii numerice $u(x)$. Este de remarcat că aproximativ $\overline{u} \cong \overline{u^{1,2}}$ datorită alegerii favorabile a temperaturii de referinţă $T_0 = 2000°K$ şi faptului că $u \sim 0{,}2 \div 0{,}3$.

Valorile introduse în fig. 1 pentru $\overline{u^{5,4}}$ sînt exacte numai pentru $\delta > 0{,}5$. Sub aceste valori calculul se poate face analitic deoarece seriile converg repede.

Este foarte important că randamentul se poate încadra aproximativ cu ajutorul criteriilor a şi b.

Condiţia $0 < \delta < 1$ dedusă la punctul II.3,2 impune, din cauza relaţiei de definiţie (II 44), încadrarea

$$b < a\frac{u_m^{-0,2}}{u_m^4} < b+2.$$

sau sub altă formă

$$-1 < \frac{b}{a}u_m^{4,2} < \frac{1}{1+\frac{2}{b}}. \quad (13)$$

Înrudirea expresiei de la mijloc cu randamentul este evidentă. Totuşi prin definiţie $\eta < 1$ ceea ce intervine într-adevăr datorită inegalităţii $u^{5,4} < u^{1,2}$, care este îndeplinită cu atît mai mult cu cît u este mai redus.

1.3. **Pierderi prin suporţi.** Raportînd puterea cedată la capăt la puterea electrică a sursei se poate obţine o expresie pentru pierderile relative:

$$\Pi = \frac{P_e}{P} = -\frac{\lambda_0' T_0 u_1^{0,4}\left(\frac{du}{dx}\right)_1}{l^2 j^2 \rho_0 \overline{u^{1,2}}}. \quad (14)$$

Pentru wolfram:

$$\Pi = -\frac{0{,}39\cdot 10^8 u_1^{0,4} u_1'}{l^2\cdot j^2\,\overline{u^{1,2}}} \quad (15)$$

Utilizînd formula trinomă (II 53)

$$\Pi = 0{,}241\cdot 10^8\frac{d^4\delta}{l^2 I^2}\frac{2u_m - 0{,}4}{\overline{u^{1,2}}}u_1^{0,4}. \quad (16)$$

Introducînd criteriul a în (15) rezultă tot o expresie simplă

$$\Pi = \frac{u_1^{0,4} u_1'}{a\overline{u^{1,2}}} \quad (17)$$

aptă pentru calcule practice.

1.4. **Formula tensiunii.** Tensiunea la bornele filamentului se obţine din expresia puterii electrice (1) pentru întreaga lungime:

$$U = \frac{P}{I} = 2I\rho_0\frac{4l}{\pi d^2}\int_0^1 u^{1,2}\,dx = 2j\rho_0 l\,\overline{u}^{1,2}. \quad (18)$$

Şi în această expresie se poate introduce criteriul a. Plecînd de la formula (1) se poate obţine

$$P = 2j_0^2\rho_0 s l\,\overline{u^{1,2}} \quad (19)$$

de unde

$$U = 2j\rho_0 l\,\overline{u}^{1,2} \quad (20)$$

ceia ce se mai simplifică prin introducerea criteriului a la

$$U = 2\sqrt{\lambda_0' T_0 \rho_0 a}\cdot\overline{u}^{1,2}. \quad (21)$$

Efectuînd calculele pentru W rezultă pînă la sfîrşit:

$$U = \sqrt{\frac{a}{2}}\cdot\overline{u}^{1,2} \quad (22)$$

o formulă cît se poate de simplă şi foarte utilă pentru proiectări. Într-adevăr ea leagă tensiunea de criteriul de curent a, care se poate calcula din formula:

$$a = \frac{2U^2}{\left(\overline{u}^{1,2}\right)^2}. \quad (23)$$

1.5. **Temperatura la joncţiunea cu suportul.** Temperatura suportului de fixare a filamentului pe suport este dată pe de o parte de căldura primită de la filament şi de capacitatea de evacuare a acestei călduri către balonul de sticlă şi ambianţă.

Valoarea temperaturii absolute T_1 şi numerice u_1 în acest punct trebuie să fie aceeaşi indiferent dacă este calculată din formulele privind filamentul sau din cele ale suportului.

Din formla (20), cea mai simplă privind temperatura suportului, rezultă

$$u_1 = u_2 + k_2. \quad (24)$$

Parametrul k_2 este dat pentru acest caz simplu de formula (79)

$$k_2 = \frac{\lambda_0'}{\lambda_1}\frac{l_1}{l}\frac{d^2}{d_1^2}u_1^{0,4}\left(\frac{du}{dx}\right)_1,$$

în care ultimii doi termeni provin din datele și repartizarea de temperatură în filament.

De partea filamentului utilizînd formula trinomă simplă temperatura numerică la joncțiune este, după (II.53)

$$u_1 = u_m (1 - \delta) + \frac{0,4}{3} \delta,$$

iar gradientul în același punct:

$$u_1' = - \delta (2 u_m - 0,4).$$

Astfel, termenul $u^{0,4} u'$ se poate calcula într-o primă aproximație cu ajutorul expresiilor de mai sus dacă temperatura maximă se presupune dată. În acest caz se poate găsi parametrul δ corespunzător rezolvînd ecuația

$$\delta \left(1 - \frac{0,4}{3 u_m}\right) - C \delta \left[u_m (1 - \delta) + \right.$$

$$\left. + \frac{0,4}{3} \delta \right]^{0,4} (2 u_m - 0,4) - (1 - u_2) = 0 \qquad (25)$$

unde s-a notat

$$C = \frac{\lambda_0'}{\lambda_1} \frac{l_1}{l} \frac{d^2}{d_1^2}.$$

Valoarea corespunzătoare se poate găsi și prin aproximații succesive pentru δ introduse în ecuațiile (II 53) și (24).

1.6. **Temperatura la joncțiunea cu balonul.** Temperatura balonului u_2 se poate considera cuprinsă între $u_2 = 0,15 - 0,2$ și cunoscută din experiența fabricației. La lămpi de mică putere ea nu poate varia decît în limite restrînse.

În adevăr capacitatea termică a balonului este mult superioară celei ale filamentului și suporților. Pe de altă parte suporții fiind de cupru, deci foarte buni conducători, transmit temperatura balonului cu o ușoară diferență capetelor filamentului.

În cazul cînd căderea de temperatură $\Delta u = k_2$ în suport este mai mare, datorită lungimii mai mari și secțiunii mai mici a suportului sau conductibilității termice mai reduse, se pot aplica și formulele mai exacte pentru calculul repartizării temperaturii în suport și la intrarea în balon. De asemenea pentru exigențe mai mari s-ar putea întreprinde un calcul al bilanțului termic al balonului însăși. Dar aceste calcule se pot economisi.

Din cîteva calcule efectuate pe concret se va putea stabili o relație simplă între datele filamentului și parametrul k_2 obținîndu-se astfel puncte fixe de plecare pentru calculul de dimensionare.

1.7. **Posibilitățile calculului de proiectare.** Din cele expuse mai sus s-au cîștigat puncte de plecare pentru calculele de dimensionare a lămpilor de foarte joasă tensiune. Problema este determinată numai dacă se cunosc suficiente date de plecare pentru ca aplicînd relațiile teoretice deduse să se poată stabili toate caracteristicile lămpii.

În ceea ce privește datele inițiale posibilitățile sînt diferite. În consecință și mersul calculelor diferit.

Pentru a putea stabili caracteristicile termice și fotometrice ale lămpi este necesar să se deducă repartizarea de temperatură. Aceasta se poate calcula dacă din datele inițiale și parametrii de material cunoscuți se pot calcula criteriile fundamentale a și b pentru filamentul respectiv.

Din repartizarea temperaturii pe filament se deduc mediile integrale care intră în expresiile bilanțului energetic, a randamentului și a pierderilor specifice. Pe de altă parte din temperatură și dimensiunile filamentului se poate deduce eficacitatea luminoasă a lămpii.

Metodă practică de calcul

2.1. **Stabilirea datelor inițiale uzuale.** Datele inițiale de la care pornește calculul pentru predeterminarea caracteristicilor și parametrilor necunoscuți pot să difere, după natura problemei care se pune.

Din punctul de vedere al consumatorului lămpile trebuie să se ceară pentru un anumit flux luminos și o anumită tensiune disponibilă. Practic, mai ales în cazul lămpilor normale cu eficacități luminoase date de evoluția tehnicii, se indică tensiunea și puterea electrică a lămpii. Toate celelalte date urmează a se stabili de constructor. Cunoscînd eficacitatea luminoasă medie a lămpilor de foarte joasă tensiune din fluxul luminos cerut se poate determina aproximativ puterea electrică.

Proiectantul și constructorul cunoaște materialul filamentului care este în general W, a suportului Cu, forma și mărimea suportului și a balonului de sticlă.

În aceste condiții și ținînd seama de durata de viață admisă, se poate fixa temperatura maximă în centrul filamentului. De obicei se admite $T_m = 2\,400°K$, deci $u_m = 1,2$.

De asemenea se poate considera cunoscută în oarecare limite temperatura suportului la joncțiunea cu balonul.

Deci datele inițiale de proiectare sînt: U, P, u_m, u_2, d_1, l_1 cît și parametrii de material al filamentului și suportului.

2.2. **Calculul parametrilor fundamentali.** Spre a putea utiliza formulele deduse în partea teoretică este necesar a se stabili înainte de toate criteriile fundamentale ale lămpii a și b cît și parametrul δ.

Pentru aceasta se procedează în felul următor:

— se evaluează temperatura u_1 în funcție de dimensiunile suportului;

— se stabilește valoarea corespunzătoare a integralei $u^{1,2}$ cu ajutorul diagramei fig. 1;
— se calculează criteriul a cu ajutorul nomogramei fig. II 5;
— se stabilește parametrul δ în funcție de temperatura u_1 din fig. 1;
— se obține criteriul b din nomograma fig. II 6. Se controlează inegalitatea (13);
— se alege un diametru din cele disponibile și se calculează densitatea de curent.
— lungimea stabilită din criteriul a și densitatea de curent pe de o parte și din criteriul b și diametrul pe de altă parte trebuie să coincidă. Calculele se pot face ușor cu ajutorul nomogramei fig. II 5.

În cazul cînd nu se reușește a se stabili lungimea filamentului pe această cale atunci înseamnă că trebuie să se modifice într-un anumit sens, valoarea criteriului b și deci a lui a.

La nevoie prin oarecare încercări și corectări se stabilesc următorii parametrii ai filamentului: a, δ, b, d și l. Cu ajutorul lor se pot stabili caracteristicile energetice ale lămpii.

Se stabilește căderea de temperatură pe suport cu ajutorul formulei simple (II 80)

$$\Delta u = \frac{\Delta T}{T_0} = k_2 = \frac{\lambda_0'}{\lambda_1} \frac{l_1}{l} \frac{d^2}{d_1^2} u_1^{0,4} u_1' \cdot \quad (26)$$

În această formulă pentru λ_1 se introduce valoarea corespunzătoare temperaturii medii a suportului. Variația cu temperatura a conductibilității cuprului se cunoaște din literatura tehnică [5].

Dacă Δu are valori mai mici de 0,15 se aplică formulele simple de la punctul II 5.2, deci repartizarea temperaturii pe suport se consideră liniară. Acest caz va fi cel mai frecvent la lămpile mici cu suport scurt (sub 1 cm).

În cazul cînd suportul este deosebit de lung (peste 3 cm) sau subțire (sub 0,4 mm Ø) sau dacă materialul suportului are o conductibilitate termică redusă se pot aplica formulele (72) de la punctul II 5.1 sau (78) de la punctul II 5.3.

Din acestea repartizarea temperaturii în suport și temperatura joncțiunii este stabilită.

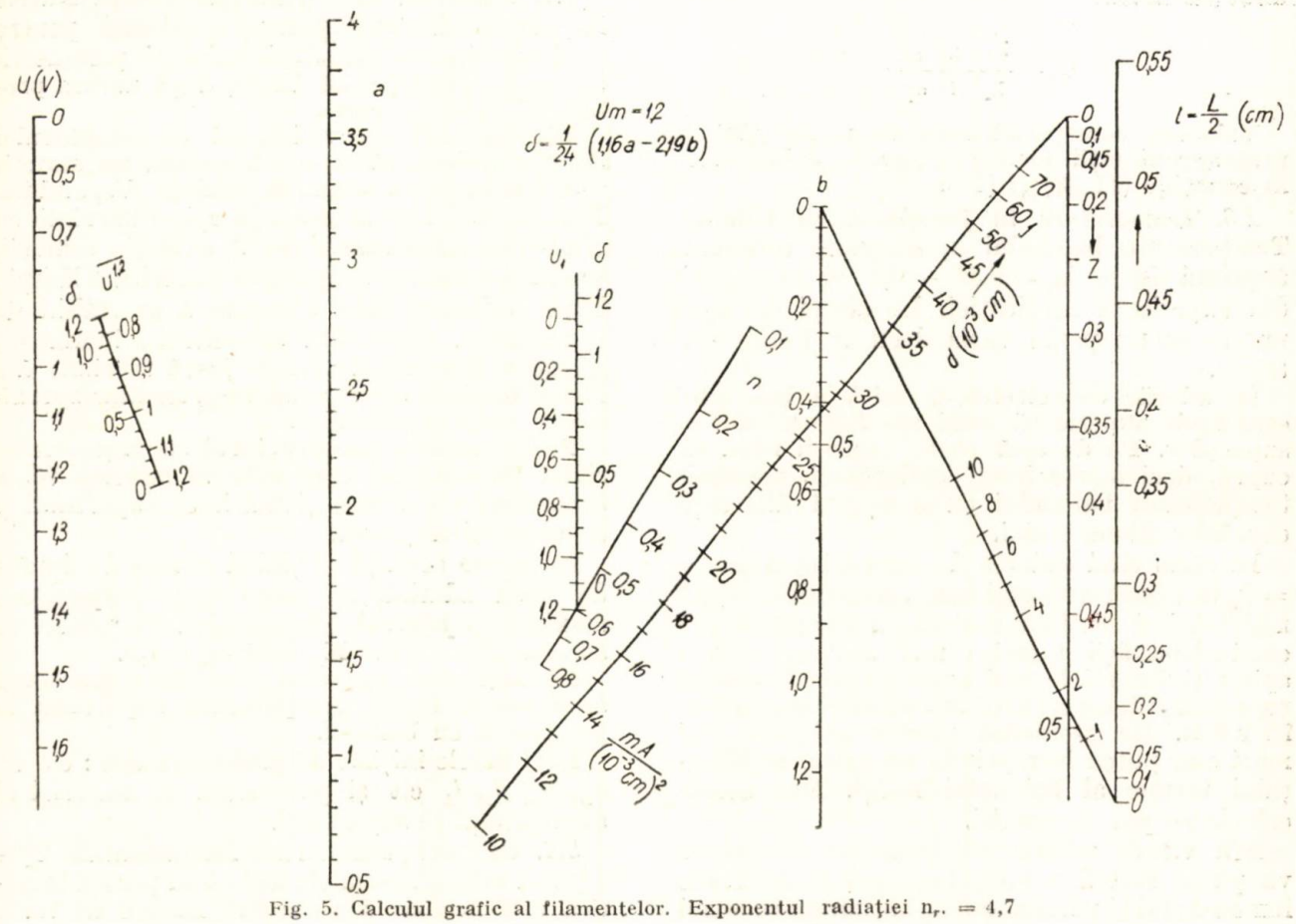


Fig. 5. Calculul grafic al filamentelor. Exponentul radiației $n_r = 4,7$

2.3. **Calculul încălzirii suportului.** În posesia valorii criteriilor și parametrilor principali ai filamentului și suportului se procedează la un calcul mai exact al lămpii. Pentru aceasta se pornește în mod rațional cu suportul.

2.4. **Calculul repartizării de temperatură în filament.** Cunoscînd valorile u_m, u_1, și δ se poate aplica una din soluțiile aproximative care dau repartizarea temperaturii în filament. Se recomandă a se începe cu formula

trinomă simplă (II 53) sau (II 57). — Se calculează repartizarea de temperatură şi se reprezintă grafic ca în fig. 3 şi 4. Se calculează analitic, cu formula (5) sau grafic temperatura medie a filamentului şi integrala $\overline{u}^{1,2}$. Aceste prime valori se pot obţine fără calcule din fig. 1.

Se calculează integrala $\overline{u}^{5,4}$ pe cale grafică ca în fig. 3 şi 4 utilizînd fig. 1.

2.5. **Stabilirea bilanţului energetic.** Bilanţul puterilor produse, radiate şi cedate prevede:

$$P = P_r + P_0 \cdot$$

Aceasta se exprimă după (10) prin:

$$a\overline{u}^{1,2} = b\overline{u}^{5,4} - u_1^{0,4}\, u_1' \qquad (27)$$

care reprezintă forma integrală a ecuaţiei diferenţiale de bază (II 20). Ea este un puternic mijloc de control al soluţiilor aproximative date. Termenul al treilea este pozitiv deoarece $u' < 0$.

În cazul cînd această condiţie nu se verifică înseamnă că u şi u_1' nu au valorile juste, sau curba de repartizare nu corespunde. La valorile integrale sînt însă numai corecturi mici posibile deci modificările poartă asupra ultimului termen.

Acest termen dă în acelaşi timp cantitatea de căldură cedată balonului de către suporţi şi poate servi la dimensionarea lui.

2.6. **Stabilirea randamentului luminos.** Randamentul luminos total este dat de relaţia:

$$\eta = \frac{b}{a}\,\frac{\overline{u}^{5,4}}{\overline{u}^{1,2}} \qquad (28)$$

adică de raportul primilor doi termeni din bilanţul energetic (27). El se poate stabili dacă se cunosc integralele $\overline{u}^{5,4}$ şi $\overline{u}^{1,2}$ şi criteriile a şi b. Randamentul se referă la energia radiată de către filament pe întregul spectru.

2.7. **Eficacitatea luminoasă.** Parametrul fotometric cel mai important al lămpii este eficacitatea luminoasă. Conform STAS 2849—51:

$$e = \frac{\Phi}{P}\left[\frac{\text{lm}}{\text{W}}\right], \qquad (29)$$

unde Φ este fluxul luminos total în lm.

Acest flux se poate stabili din temperatura absolută T pe cale analitică sau grafică.

Pe frecvenţa 0,555 μ la care sensibilitatea ochiului este maximă fluxul este proporţional cu puterea radiată

$$\Phi \sim s\, w_r \cdot$$

La temperaturi aproape de $T = 2\,400°\text{K}$ după legea lui Wien fluxul emis de filament se poate scrie [6]:

$$\Phi = H\, e^{\frac{-25\,225}{T}} \cdot$$

Fluxul emis de lampă este mai mic din cauza absorbţiilor:

$$\Phi = k'\, H\, e^{\frac{-25\,225}{T}} \cdot \qquad (30)$$

unde H este dat [6].

Pentru a uşura calculele fluxul emis pe unitatea de suprafaţă a filamentului s-a repretentat în fig . II 1. El se poate stabili după ultimele date sovietice din [4]. Este indicat a reprezenta fluxul luminos grafic într-o diagramă similară cu fig. 3 şi 4.

2.8. **Metodă practică de dimensionare.** La comandă se indică de obicei tensiunea U şi

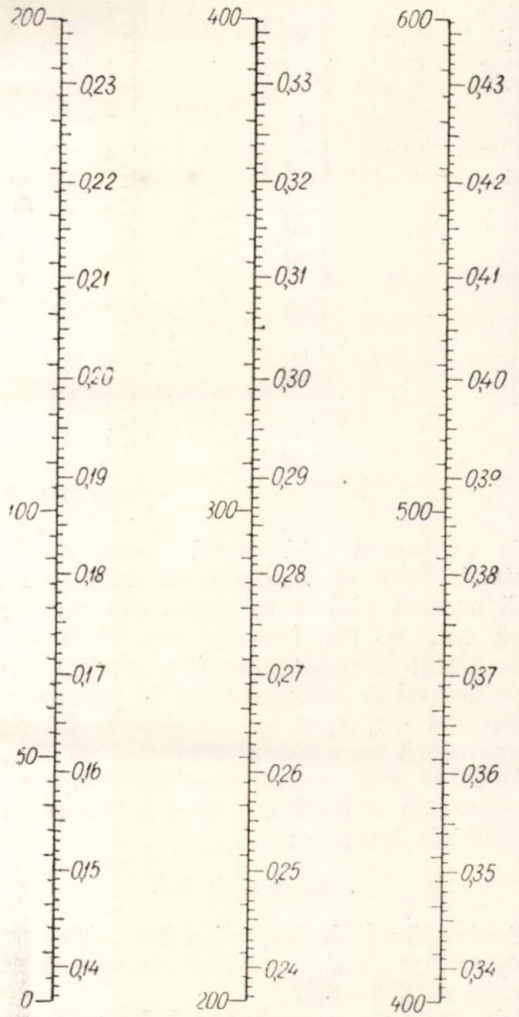


Fig. 6. Scară dublă $u_2 = f(\vartheta)$

puterea P a lămpii. Constructorul cunoaşte materialul filamentului, a electrozilor, a balonului cît şi dimensiunile electrozilor şi balonului.

Se admite ca temperatură maximă în centrul filamentului $T_m = 2\,400°\text{K}$ deci $u_m = 1{,}2$.

Calculul filamentului începe prin fixarea unor parametrii ai balonului şi ai electrozilor. În funcţie de puterea lămpii, forma şi mărimea balonului, se evaluează temperatura u_2 a balotului utilizînd pentru calculul acesteia scara dublă din fig. 6.

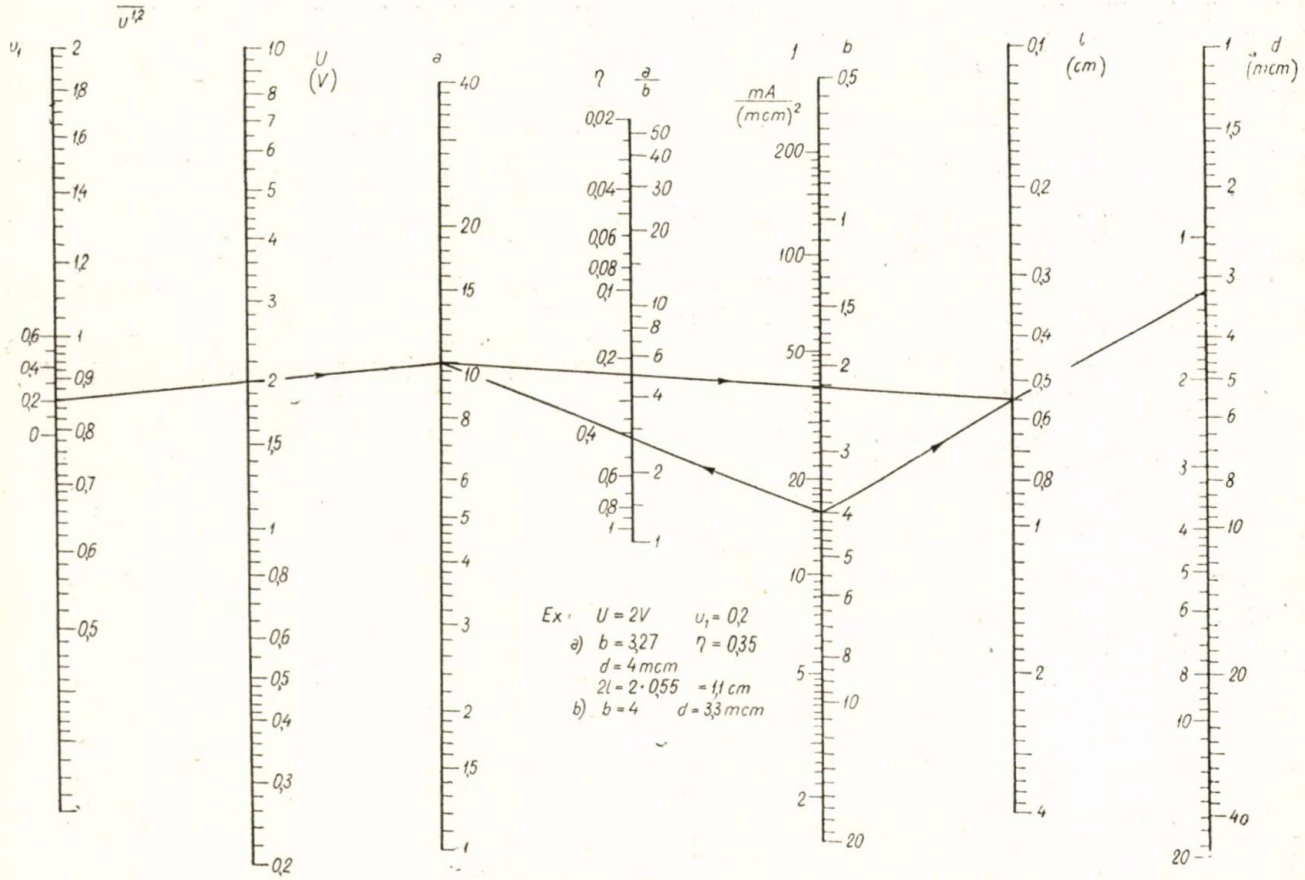


Fig. 7. Calculul dimensiunilor.

Se evaluează căderea de temperatură în electrod. Întîi se controlează după Țariev [4] dacă această cădere se poate sau nu neglija. Dacă nu, se fac ipoteze prealabile privind dimensiunile filamentului d, l, temperatura u_1 și gradientul de temperatură la joncțiunea cu filamentul u_1. Apoi se calculează căderea de temperatură cu ajutorul formulei (II 79).

Astfel se poate stabili cu suficientă exactitate temperatura numerică u_1 la joncțiunea cu filamentul din formula:

$$u_1 = u_2 + \Delta u.$$

Pentru lămpi de foarte joasă tensiune această temperatură va fi cuprinsă între valorile numerice $u_1 = 0{,}16 - 2{,}1$.

Din valoarea u_1 se poate deduce parametrul principal δ utilizînd diagramele fig. II 9 sau fig. 8. Pentru valori ale temperaturii numerice u_1 cuprinse în limitele de mai sus, rezultă $\delta = 0{,}9 - 1{,}0$.

Parametrul fundamental a se deduce din formula (23) cunoscînd tensiunea u și integrala $\overline{u^{1,2}}$. Această din urmă integrală se poate obține cu o aproximație bună din diagrama fig. 1. Interdependența respectivă s-a reprezentat grafic și în fig. II 6 și în fig. 9. Calculul formulei (23) se poate face grafic cu ajutorul părții din stînga a nomogramei fig. II 5 sau fig. 8 sau a părții centrale a nomogramei fig. 9.

Cunoscînd parametrii δ, a și u_m se poate deduce parametrul fundamental b, fie prin calcul din formula (II 44) fie mai ușor din nomograma fig. II 6 sau fig. 8, cu condiția ca valorile respective să se găsească pe scări. Se atrage atenția că nomograma fig. II 6 se referă la valori a lui b cuprinse între 0,5 și 4. Pentru valori mai mari (pînă la 40) se poate utiliza nomograma fig. 8.

Se controlează dacă este îndeplinită condiția din inegalitatea (13).

Din valorile parametrilor a și b se pot deduce, cu ajutorul relațiilor (II 18) și (II 19) sau mai ușor cu ajutorul nomogramelor fig. II 5, 7, 9 dimensiunile principale ale filamentului d și l, densitatea de curent j cît și randamentul radiației.

Pentru aceasta se utilizează cu folos nomograma fig. 8 și 9. Din a și b rezultă valoarea a/b, iar din aceasta și valoarea curentului I în A se obține în fig. II 5, 8 și 9 pe scara l, lungimea jumătății filamentului.

După ce s-au obținut aceste dimensiuni se recalculează căderea de temperatură în electrod și la nevoie se corectează valoarea u_1. Cu această valoare se poate repeta calculul grafic, în cazul cînd ea diferă mult de valoarea considerată inițial. Vor rezulta dimensiuni apropiate. Dacă

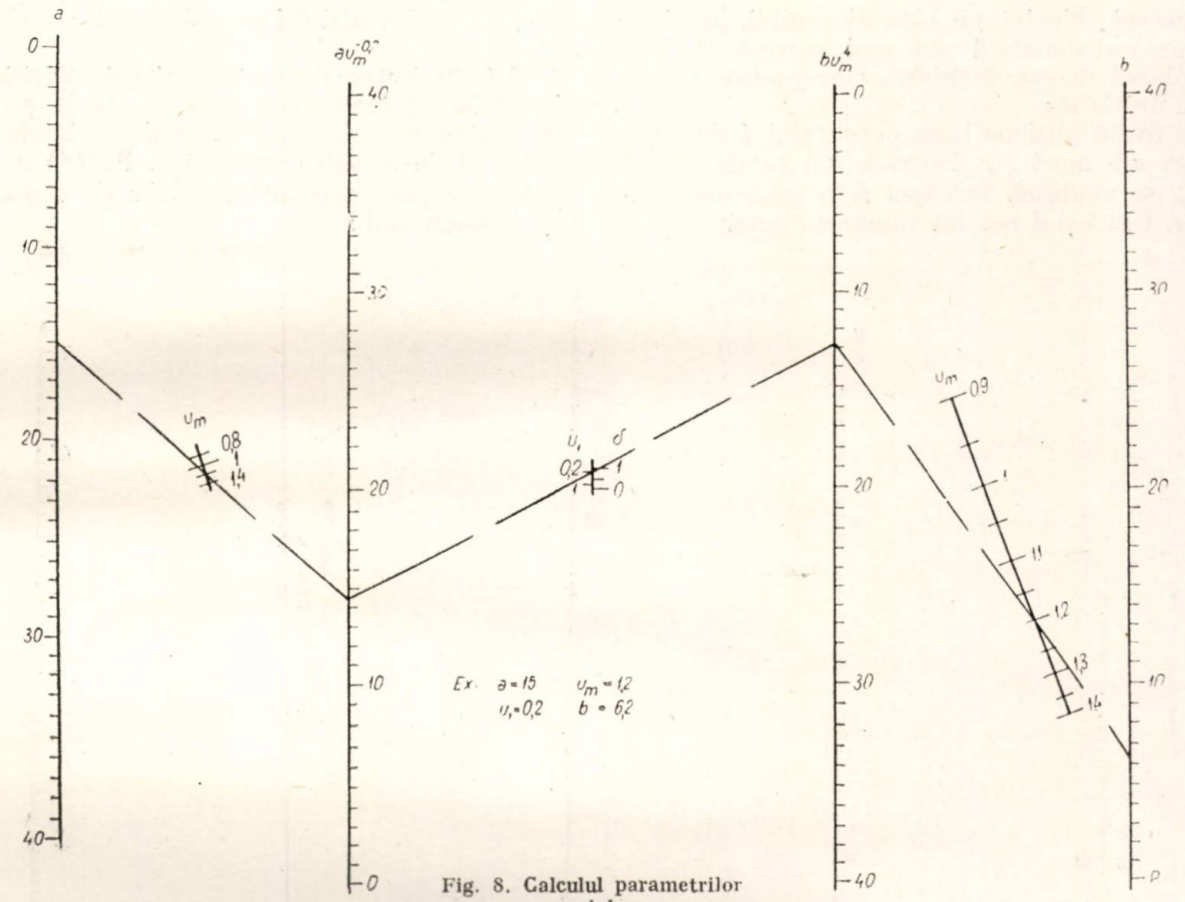


Fig. 8. Calculul parametrilor *a* şi *b*.

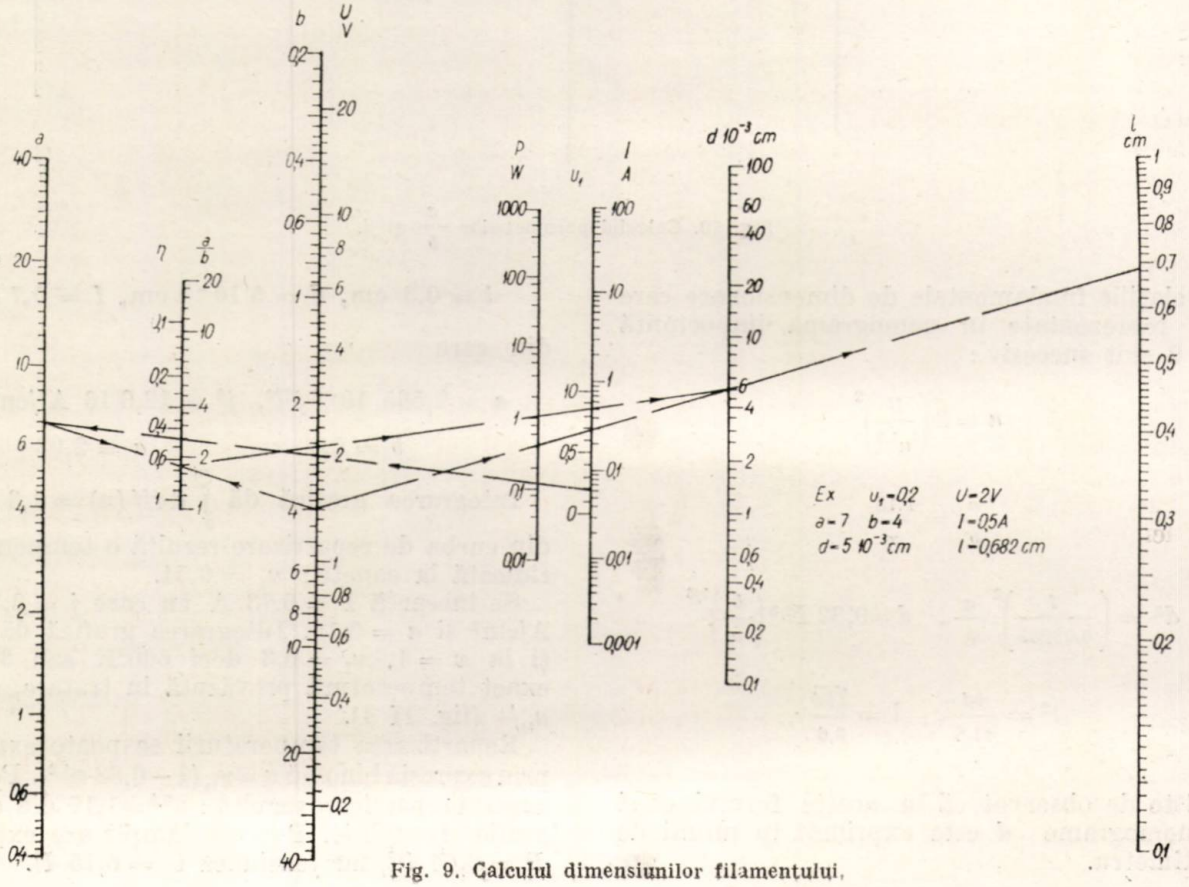


Fig. 9. Calculul dimensiunilor filamentului.

diametrul calculat nu este disponibil, se alege valoarea disponibilă cea mai apropiată şi se calculează invers, lungimea corespunzătoare în felul următor:

Se caută întîi pe baza curentului I dat, valoarea a/b nouă şi, deoarece a este dat de U şi u_1, se modifică valoarea b în mod corespunzător. Din b şi d rezultă valoarea l nouă.

4 Verificări experimentale

3.1. **Proiectarea unor prototipuri.** Verificarea metodei aproximative grafice de la punctul II 3.1 s-a încercat plecînd nu de la datele electrice ci de la cele geometrice. Pentru aceasta s-au presupus următoarele date ale suportului şi filamentului:

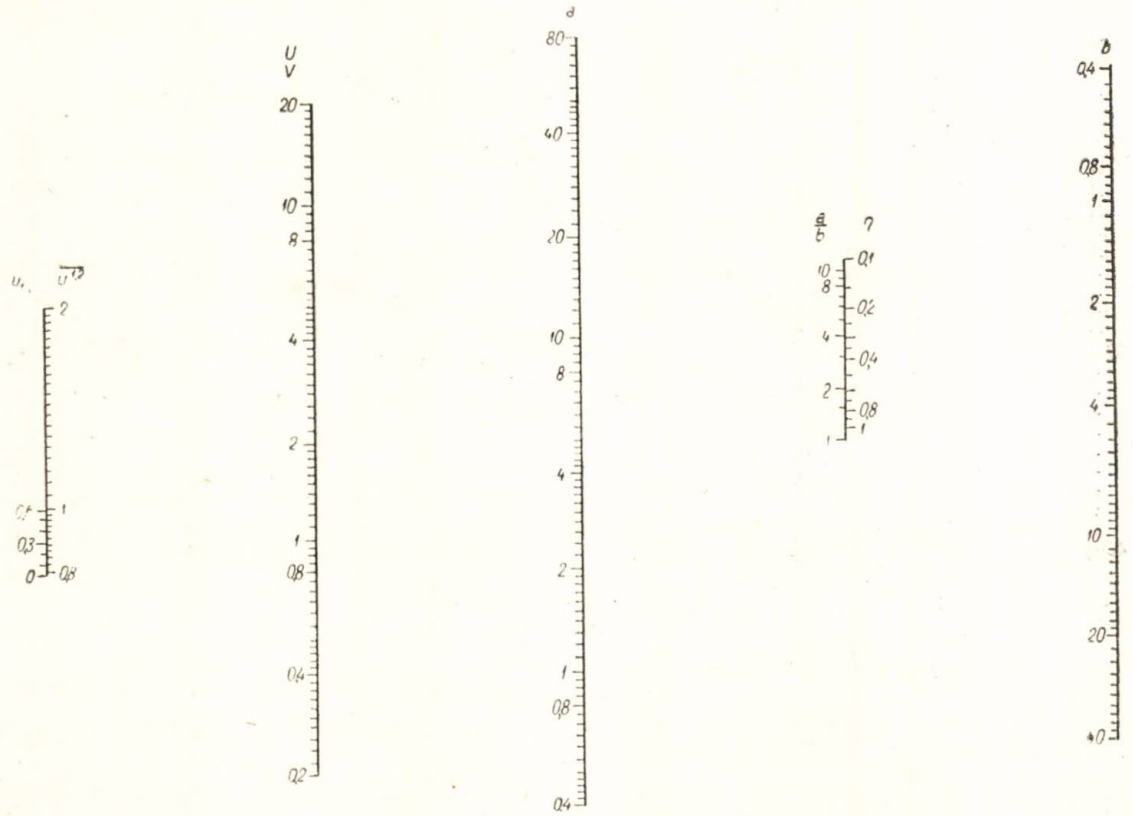


Fig. 10. Calculul parametrilor $\frac{a}{b}$ şi d.

Relaţiile fundamentale de dimensionare care sînt reprezentate în nomograma importantă fig. 9 sînt succesiv:

$$a = 2\left(\frac{U}{u^{1,2}}\right)^2$$

$$\frac{a}{b} = \frac{1{,}15}{\eta}$$

$$d^3 = \left(\frac{I}{0{,}03235}\right)^2 \frac{a}{b}, \quad d = 9{,}82\, I^{2/3}\left(\frac{b}{a}\right)^{1/3}$$

$$l^2 = \frac{bd}{43{,}6}, \quad l = \frac{\sqrt{bd}}{6{,}6}.$$

Este de observat că în aceste formule ca şi în nomograme d este exprimat în miimi de centimetru.

$$l = 0{,}3 \text{ cm}, \quad d = 5\,10^{-3} \text{ cm}, \quad I = 0{,}7 \text{ A}$$

din care

$$a = 2{,}565\ 10^{-8} j^2 l^2, \quad j^2 = 12{,}6\ 10 \text{ A}^2/\text{cm}^4$$

$$b = 0{,}8 \qquad a = 2{,}93 \cdot$$

Integrarea grafică dă $\int_0^{u_1} du/f(u) = 1{,}3$ iar din curba de repartizare rezultă o temperatură ridicată la capete: $u_1 = 0{,}54$.

Se încearcă $I = 0{,}73$ A cu care $j = 3{,}7 \cdot 10^4$ A/cm^2 şi $a = 3{,}15$. Integrarea grafică dă 1,15 şi la $x = 1$, $u_1 = 0{,}3$ deci 600°K sau 327°C, exact temperatura prevăzută în tratate, adică $u_m/4$ (fig. II 4).

Repartizarea temperaturii se poate exprima prin expresia binomă $u = u_m(1 - 0{,}82\, x^{1,2})$. Pentru această repartizare rezultă: $u^{2,5} = 1{,}17$ din calcul grafic şi analitic. Puterea lămpii are expresia $P = 6{,}75\, i^2 l$, iar tensiunea $U = 6{,}75\, Il$.

În cadrul acestei soluții s-au calculat diferite valori pentru I și l, care s-au concentrat în tabela 1.

Tabela 1

Calculul grafic al filamentului

Date $a = 3{,}15$ $b = 0.8$

Nr.	d 10^{-3} cm	L cm	I A	P W
1	2	0,38	0,194	0,235
2	3	0,466	0,355	0,43
3	4	0,54	0,545	0,65
4	5	0,60	0,76	0,92
5	10	0,85	2,17	2,70
6	15	1,04	4,0	4,88

Filamentul din W pur, în vid înaintat.

Tensiunea lămpilor este unitară $U = 1{,}22$ V. Suport Cu 0,5 mm ⌀.

3.2. **Datele prototipurilor.** S-au executat în laborator prototipuri de lămpi de foarte joasă tensiune avînd următoarele date:

Tabela 2

Datele prototipurilor de lămpi

Nr.	Fir tip gmg/200 mm	d 10^{-3} cm	$2l$	Nr. coresp.
1	4,82–5,10	3,7	3,8	3
2			3,6	
3	60,45	13,4	10,2	6
4			10,6	
5	1,25	1,84	3,8	1
6			4,7	

S-a notat în ultima coloană numărul corespunzător din tabela 1 căruia lampa i se apropie cel mai mult.

Filamentul W pur, în vid înaintat. Suportul din Cu de $d_1 = 0{,}5$ mm $= 0{,}05$ cm și lungime $l_1 = 3$ cm.

Balonul corespunde seriei normale de lămpi de 15 W.

3.3. **Rezultate de măsurători.** Lămpile experimentale descrise la punctul 3.2 s-au supus unor măsurători de precizie spre a se stabili caracteristicile gometrice, electrice și fotometrice.

Măsurători electrice. O primă serie de măsurători a dat următoarele rezultate (tabela 3).

Tabela 3

Prima serie de valori măsurate ale prototipurilor

Nr.	Nr. lămpi	I A	U V	T_0
1	1	0,42	1,22	55,7
2	1	0,46	1,60	61
3	2	0,375	1, 2	49,7
4	2	0,44	1,60	38,4
5	3	2,60	1,22	344
6	3	3,17	1,40	420
7	6	0,143	1,22	19,0
8	6	0,145	1,80	19,2

Măsurători geometrice. Măsurători optice de mare precizie au dat următoarele rezultate:

Firul lămpilor *1—2* $d = 0{,}363$ mm $= 36{,}3 \cdot 10^{-3}$ cm

Firul lămpilor *3—4* $d = 0{,}135$ mm $= 13{,}5 \cdot 10^{-3}$ cm

Firul lămpilor *5—6* $d = 0{,}18$ mm $= 1{,}8 \cdot 10^{-3}$ cm.

De asemenea s-au repetat măsurătorile optice ale lungimii filamentelor. Datele trecute în tabela 4 corespund acestor noi măsurători.

S-au întreprins măsurători pentru *stabilirea rezistivității la rece* a firului de W cu următoarele rezultate:

Firul lămpilor *1—2* are o rezistență de $R_1 = 58{,}04$ Ω/m.

Firul lămpilor *3—4* are o rezistență de $R_1 = 4{,}092$ Ω/m.

Măsurătorile s-au făcut cu puntea dublă sub un curent de 1—3 mA, spre a nu încălzi firul. Rezultă pentru

Lămpile *1—2* $\rho = 6{,}00 \cdot 10^{-6}$ cm

Lămpile *3—4* $\rho = 5{,}84 \cdot 10^{-6}$ cm

valori ceva mai mari decît cele indicate de Țariev; Încă un semn că firul nu este stabilizat.

Controlul rezistivității filamentelor s-a făcut pe baza valorilor măsurate ale curentului și tensiunii aplicînd formula:

$$\rho = \frac{U}{I} \cdot \frac{s}{l}$$

Pentru lampa *3* $\bar{\rho} = 60{,}7$ μ Ω cm

Pentru lampa *6* $\bar{\rho} = 59{,}8$ μ Ω cm

Tabela 4

A doua serie de măsurători ale prototipurilor

Nr. 1	$2l$	I A	U V	Nr. 1	$2l$	I A	U V
1	3,8	0,125	0,96	5	5,4	0,43	48,5
1	3,8	0,138	1,23			0,45	54,5
		0,142	1,30			0,465	56,4
3	10,2	2,38	27,5	6	4,8	0,418	50,0
		2,6	37,8			0,44	54,2
		2,8	43,4			0,445	56,0
4	10,6	2,28	28,5				
		2,5	37,2				
		2,56	39,6				

Luînd toate precauțiile necesare s-a efectuat o nouă serie de măsurători care a dat rezultatele din tabela 4.

3.4. **Confruntarea cu datele teoretice.** O primă confirmare a teoriei dezvoltate este chiar prima serie de măsurători, din care reiese că la tensiunea 1,22 V lămpile au luat curenți aproape de cei prevăzuți și au luminat corespunzător unei temperaturi maxime de circa 2 400°K.

Recalcularea unor rezultate poate servi drept o confirmare a teoriei. S-au întreprins numeroase

calcule în acest scop din care se dau mai jos numai două

Lampa nr. 4 cu datele
$l = 0{,}53$; $l^2 = 0{,}28$; $d = 13{,}4 \cdot 10^{-3}$ cm,
$I = 3{,}17$ A, $I^2 = 10$ A^2, $U = 1{,}40$ V.

Rezultă

$$a = 4{,}15 \cdot 10^{-8} \frac{10 \cdot 0{,}28}{3{,}2 \cdot 10^{-8}} = 3{,}63 .$$

Valoarea tensiunii condiționează $\overline{u_m^{1,2}} = 1{,}2$ ceea ce înseamnă că față de curentul dat $u_m = 1{,}4$

$$b = 43{,}6 \cdot 10^{-3} \frac{0{,}27}{13{,}4 \cdot 10^{-3}} = 0{,}88 .$$

Se vede deci că valorile a și b sînt aproape de cele fixate la proiectare anume $a = 3{,}5$ și $b = 0{,}8$. De altfel ambele perechi de valori dau parametrii $\delta = 0{,}75$. Rezultă $u_1 = 1{,}4 \cdot 0{,}25 + 0{,}13\ 0{,}25 = 0{,}383$ ceea ce înseamnă că joncțiunea cu suportul este caldă, avînd peste 400°C în condițiile date.

Lampa 6. Date: $2\ l = 4{,}7$ mm, $l = 0{,}235$ cm. Din nomograma fig. II 5 rezultă cu $d = 1{,}8\ 10^{-3}$ cm, $b = 1{,}3$.

Pe de altă parte:

$$a = 2{,}17\ I^2$$
$$= 2{,}17\ (0{,}143)^2 = 4{,}45 \cdot$$

Din a și b rezultă $\delta = 0{,}8$ și $u_1 = 0{,}34$ cît și

$$U = \sqrt{2{,}225} \cdot 0{,}834 = 1{,}245 \text{ V}$$

foarte aproape de valoarea măsurată și proiectată de 1,22 V. În același timp tensiunea confirmă că temperatura maximă a filamentului este chiar $u_m = 1{,}2$ deci $T = 2\ 400$°K așa cum s-a prevăzut în calcule.

Astfel cunoscîndu-se repartizarea de temperatură și valorile integrale se pot stabili datele bilanțului energetic și randamentul total care este:

$$\eta = 1{,}145 \frac{b}{a} = 1{,}145 \frac{1{,}3}{4{,}45} = 0{,}335.$$

Astfel principalele caracteristici ale lămpii se reconfirmă prin calcul.

3.5. **Critica metodei de calcul.** Metoda practică dedusă în cele de mai sus pentru stabilirea relațiilor fundamentale între parametrii fizici ai lămpii dă posibilitatea de a se predetermina caracteristicile lămpilor de foarte joasă tensiune dacă se cunosc suficiente date inițiale.

Metoda grafică este mai sigură dar are dezavantajul că cere integrarea unei funcții care pentru valoarea u_m tinde spre infinit. Valoarea integralei nu se poate stabili decît prin trecere la limită.

Metoda practică prin calcule analitice este mai comodă pentru că permite stabilirea imediată a multor parametrii importanți. Totuși ea are și unele dezavantaje, din care se amintesc următoarele:

Parametrii fundamentali a și b sînt reale criterii ale filamentului depinzînd numai de curent și datele geometrice. În schimb parametrul δ care joacă în teorie un rol atît de important mai depinde și de temperatura maximă a filamentului, care nu se poate măsura direct, ci numai confirma indirect, din concordanța altor caracteristici.

Mediile integrale, care joacă de asemenea un rol important în stabilirea bilanțului energetic trebuie să fie cunoscute pentru toată seria de valori ale temperaturii maxime. Totuși acest neajuns se poate atenua deducînd aceste valori pentru valorile necesare calculelor de proiectare.

În general multe din relațiile date se pot extinde, tabula sau reprezenta grafic spre a ușura efectuarea calculelor practice.

Ca exemplu semnalăm următoarea relație interesantă care se poate deduce direct din ecuația diferențială fundamentală (II 38):

$$au^{0.8} = bu^5 - 0{,}4 \frac{u'}{u} - u''\text{i} .$$

Dacă se integrează ecuația între limitele $x = 0$ și 1 rezultă cu notația obișnuită a mediilor integrale:

$$\overline{au}^{1,2} - \overline{bu}^{5,4} - 0{,}4 \ln \frac{u_m}{u_1} - u_1'$$

o relație care nu este altceva decît bilanțul energetic sub o altă formă, din care se pot deduce randamentul η și pierderile relative Π. Acestea din urmă au în ecuația de mai sus o formă deosebit de simplă, anume:

$$\Pi = \frac{0{,}4 \ln \frac{u_m}{u_1} - u_1'}{\overline{au}^{1,2}} .$$

Este sigur că proiectanții unor serii de lămpi de foarte joasă tensiune vor găsi multe posibilități de extindere și perfecționare a metodei de calcul indicate.

Concluzii

4.1. S-a proiectat o serie de lămpi experimentale cu filamente scurte, stabilindu-se în prealabil parametrii geometrici și electrici. — S-au executat prototipuri de lămpi ținînd seama, în limita posibilităților, de datele proiectate.

Lămpile executate au fost supuse unor cercetări experimentale măsurîndu-se parametrii geometrici și caracteristicile electrice.

4.2. Aplicînd calculele teoretice lămpilor executate s-a găsit o concordantă bună între prevederile teoriei și valorile măsurate, aducîndu-se teoriei o confirmare experimentală.

4.3. Soluțiile teoretice indicate rezolvă cu o suficientă exactitate problema energetică a

filamentului, iar metoda simplificată este aptă pentru calcule de dimensionare.

4.4. Rezultatele obținute se pot extinde atît în domeniul teoretic cît și în aplicații, apropiind formulele cît mai mult de cazurile concrete care intervin și făcînd apel în calculele la experiența fabricației.

Bibliografie

[1] *Avramescu, A.*: Caculul filamentelor lămpilor de foarte joasă tensiune. Comunic. Acad. R.P.R. **5** (1955) 11, 1613—1624 (notată I).

[2] *Avramescu, A.*: Contribuții la calculul filamentului lămpilor de foarte joasă tensiune. Electrotehnica **6** (1958) 9, (notată II)

[3] *Ptițin, S.B.*: Fiziceschie iavlenia v ocsidescem katode. GSTTL, Moscova-Leningrad 1950.

[4] *Țariev, B.M.*: Rasciot i construirovanie electronnî lamp. Gosenergoizdat, Moscova-Leningrad 1952.

[5] *Avramescu, A.*: Beiträge zur Ervärmungsberechnung elektrischer Leiter. Habil. -Diss. T.H. Dresden 1943.

[6] *Grigorovici, R.* și *Roth, A.*: Evaporarea filamentelor de wolfram încălzite în curent alternativ. Electricitatea ASIT, **3** (1952) 6, 35—39.

[7] *Grigorovici, R.* și *Roth., A.*: Stabilitatea formulelor de proiectare a lămpilor cu incandescență cu vid. Electricitatea ASIT **3** (1952) 11—12, 26—35.

[8] *Fischer, J.*: Zur Berechnung von Glühdräten. Arch. Elektrotechn. **33** (1939) 48—53.

Intrat în redacție la 22 VIII 1958

Realizarea unor condensatoare pentru îmbunătățirea factorului de putere

Comunicare din Institutul de Cercetări Electrotehnice

ADRIAN BERCU — București *)

Imbunătățirea factorului de putere constituie o preocupare permanentă a producătorilor și consumatorilor de energie electromagnetică In acest scop producția electrotehnică are ca sarcină să elaboreze mijloacele tehnice necesare. Dintre acestea condensatoarele prezintă avantaje incontestabile în raport cu alte generatoare de putere reactivă. Autorul prezintă o serie de condensatoare realizate la ICET.

CZ 621. 319. 4 : 621. 316. 727.

Pentru economia energetică, problema îmbunătățirii factorului de putere este astăzi de stringentă actualitate și se tinde ca pînă la sfîrșitul anului 1960, factorul de putere să ajungă la cel puțin 0,75.

Folosirea condensatoarelor la îmbunătățirea factorului de putere a luat un avînt considerabil, mai ales în anii de după cel de al doilea război modial.

În U.R.S.S., pînă în anii 1940, puterea totală a condensatoarelor folosite pentru îmbunătățirea factorului de putere depășea valoarea de 600 000 kVAr, iar astăzi, probabil, că este de multe ori depășită [1].

Producția anuală a unor mari fabrici specializate în construcția de condensatoare, depășește cifra de 1 000 000 kVAr și se pare că este în continuă creștere, ținînd seamă de creșterea ritmului electrificării în general.

Larga folosire a condensatoarelor de forță se explică prin avantajele importante pe care le au aceștia față de celelalte generatoare de energie reactivă și anume:

a) pierderi specifice de putere activă foarte mici care nu depășesc 5 W/kVAr, oricare ar fi puterea condensatorului (de exemplu la un condensator trifazat de 15 kVAr, 380 V, pierderile sînt de 75 W);

b) posibilitatea divizării puterii reactive a instalațiilor de condensatoare pe unități de circa 10 kVAr și, deci, a folosirii condensatoarelor și la compensări individuale;

c) lipsa părților mobile și deci o simplitate a exploatării;

d) rapiditatea montării și deplasării dintr-un punct în altul al rețelei.

I. Modul de compensare prin folosirea condensatoarelor de forță

Reamintim noțiunile corespunzătoare:

puterea aparentă:

$$P = U \cdot I \quad [\text{kVA}] \qquad (1)$$

puterea reactivă:

$$P_r = U \cdot I \cdot \sin \varphi \quad [\text{kVAr}] \qquad (3)$$

puterea activă:

$$P_a = U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad [\text{kW}] \qquad (2)$$

unde U a fost exprimat în kV, iar I în A.

Considerăm un receptor de energie și observăm că datorită curentului inductiv I_L, unghiul de defazaj dintre curentul rezultant I și tensiunea U are valoarea φ_1.

Conectînd la acest circuit un condensator în paralel, vectorul curentului capacitativ I_c decalat cu 180° față de vectorul curentului inductiv I_L, va reduce unghiul de defazaj la φ_2.

Prin alegerea valorii corespunzătoare a puterii condensatorului P_c se poate ajunge la o compensare parțială sau totală (cazul extrem $I_c = I_L$).

Expresia puterii condensatoarelor va fi:

$$P_c = P_a (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2). \qquad (4)$$

*) Ing. *A. Bercu* este șef de laborator la Institutul de cercetări electrotehnice — ICET

Pentru exprimarea relației capacității din relația puterii reactive (3) și admițînd în condensator pierderi minime, φ se va apropia mult de 90° și, deci, sin φ va fi aproximativ 1. Deci:

$$P_r \approx P = U I = U^2 \cdot \omega C \cdot 10^{-3} \text{ [kVAr]} \quad (5)$$

Vom avea atunci:

$$C = \frac{P_r}{U^2 \cdot \omega} 10^3 \text{ [}\mu\text{F]} \quad (6)$$

unde C este indicat în μ F, P_r în kVAr, iar U în kV.

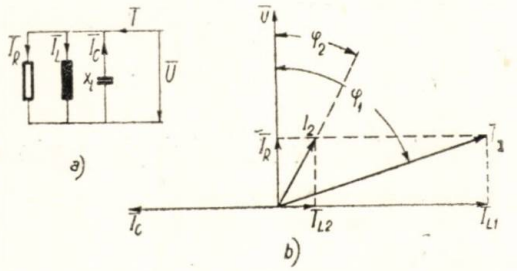


Fig. 1. Compensarea factorului de putere prin conectarea în paralel a unui condensator de forță:
a – schema; *b* – diagrama.

Conectarea condensatoarelor de forță în rețelele trifazate se face în grupe montate în stea sau în triunghi.

Relația corespunzătoare pentru oricare din montaje va fi:

$$P_r = 3 \cdot C \cdot \omega U_c^2 10^{-3} \quad (7)$$

în care P_r este dat în kVAr, U_c în kV și C în μF.

Pentru tensiunile pînă la 500 V condensatoarele sînt realizate în construcții trifazate iar pentru tensiuni înalte — 3 la 10 kV, în construcții monofazate.

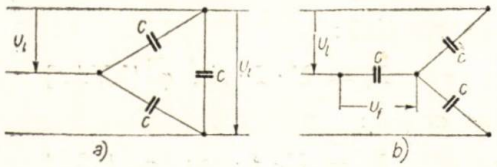


Fig. 2. Modul de conectare a condensatoarelor de forță în rețelele trifazate:
a – triunghi; *b* – stea.

a) *Condensatoarele de joasă tensiune* sînt realizate, în general, pentru rețelele de 220, 380 și 500 V și cu precădere pentru 380 V, ținînd seamă de tensiunea cea mai răspîndită în instalațiile industriale din țara noastră.

Compensarea puterii reactive poate fi făcută în următoarele trei moduri:

— individuală,
— pe grupe, sau
— centralizată.

Este indicată compensarea individuală numai la receptoare cu funcționare neîntreruptă sau de lungă durată; astfel, de exemplu la motoarele electrice cu regim de lucru fracționat nu este economică, micșorîndu-se coeficientul de utilizare a condensatorului.

Avantajul principal al compensării individuale e ta lipsa aparatajului de comutație și descărcare a condensatorului, deconectarea lui făcîndu-se prin întreruptorul receptorului, iar descărcarea efectuîndu-se automat prin însuși bobinajul motorului sau a transformatorului respectiv. De aceea condensatorul este montat direct la bornele motorului.

Compensarea pe grupe este foarte utilizată, folosindu-se baterii de condensatoare cu putere reactivă totală de 100—500 kVAr montate, de obicei, la barele colectoare ale instalației industriale sau în apropierea punctului unde apare factorul de putere cel mai scăzut (centrul de greutate a sarcinii). La acest mod de compensare, factorul de putere nu poate rămîne constant din cauza conectărilor și deconectărilor receptoarelor electrice și pentru aceasta, montajul bateriei este prevăzut cu posibili-

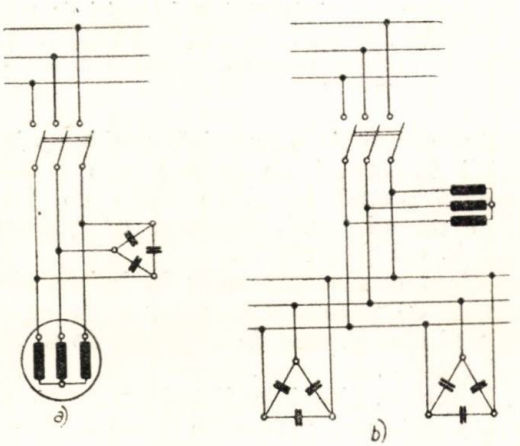


Fig. 3. Schemele de conectare a condensatoarelor de forță în instalații electrice de joasă tensiune:
a – compensare individuală; *b* – compensare pe grupe.

tatea varierii puterii reactive, prin introducerea sau scoaterea din circuit a unităților de condensatoare.

Compensarea centralizată cu condensatoare de joasă tensiune s-a folosit în Europa [4] pînă înainte de anii 1940—1945, însă în ultimul timp se tinde la trecerea compensării centralizate de pe barele de joasă tensiune pe barele de înaltă tensiune ale stațiilor de transformare [2].

b) *Condensatoarele de medie tensiune* se construiesc pentru tensiunile cele mai utilizate: 3, 6, 10 și 15 kV.

Aceste condensatoare se folosesc, în special, în următoarele cazuri:

— în partea de înaltă tensiune a stațiilor coborîtoare 3—15/0,220—0,380 kV;
— în partea de joasă tensiune a stațiilor coborîtoare 35—110/3—15 kV.

În general, aici avem cazul compensării centralizate sau pe grupe și în cazuri excepționale, compensare individuală la receptoare de energie cu tensiunea nominală de serviciu de 3—10 kV.

Se tinde pe cît este posibil — în cazul folosirii condensatoarelor de înaltă tensiune — la centralizarea compensată, ținînd seamă de aspectul economic. [2].

II. Materiale principale folosite la realizarea prototipurilor condensatoarelor de forță tip ICET

Dielectricul. În fabricarea condensatoarelor de forță, pînă în stadiul actual, dielectricul se compunea din hîrtie specială de condensatoare și materialul de impregnare.

Ambele componente ale acestui dielectric compus, contribuie, în egală măsură, la calitatea condensatorului, însă din punctul de vedere al surprizelor pe care le poate procura în exploatare, se acordă o deosebită importanță hîrtiei de condensatoare.

La început, ca materie primă pentru fabricația hîrtiei de condensator se foloseau numai cîrpele de in special alese și ale căror fibre se caracterizau prin lungimi mari și foarte subțiri.

Ținînd seamă că, pe de o parte, cantitățile de cîrpe de in nu mai erau suficiente pentru industria de hîrtie de condensatoare în plină dezvoltare și de necesitatea ieftinirii acestei hîrtii, pe de altă parte, s-a căutat găsirea altei materii prime care să satisfacă totuși condițiile cerute.

S-a trecut la folosirea ca materie primă a celulozei sulfatice din lemn, obținîndu-se o hîrtie cu rezultate superioare celei fabricate din fibre de in, astfel încît astăzi, cîrpele de in sînt tot mai puțin folosite în industria hîrtiei de condensatoare. Celuloza este o substanță macromoleculară naturală care face parte din clasa hidrocarburilor CnH2mOn.

Constanța dielectrică a celulozei este $\varepsilon_c = 6{,}5-7$.

Pierderile în celuloză la temperatura de 20°C și frecvența de 50 Hz ($\operatorname{tg}\delta_c = 60-70\times10^{-4}$).

Celuloza are proprietăți hidrofile, explicîndu-se astfel și marea higroscopicitate a hîrtiei de condensator.

Hîrtia de condensator se fabrică în grosimi între 7 și 30 μ și cu densități între 0,95 și 1,3 g/cm^3.

Rezistența la rupere atinge 1 200 kg/cm^2.

Cantitatea de cloruri și de sulfați trebuie să fie minimă.

Reacția apei trebuie să fie slab alcalină.

O hîrtie de calitate bună trebuie să conțină puțină cenușă, maximum 0,5%, ținînd seamă că pierderile dielectrice sînt în funcție de cantitatea de cenușă.

Este foarte important ca hîrtia de condensator trebuie să fie omogenă și să aibe foarte puține defecte structurale. Hîrtia de condensator neimpregnată conține în stare uscată 20—35% aer și 5—7% apă.

Pentru realizarea prototipurilor de condensatoare de forță, s-au folosit două tipuri de hîrtii:

— hîrtie de proveniență străină, cu o grosime de 10 μ;

— hîrtie fabricată în țară, cu grosime, de 12 μ.

În tabela 1 sînt date caracteristicile ambelor hîrtii.

Tabela 1

Nr. crt.	Denumirea probei	Norme GOST	Proveniența hîrtiei	
			Indigenă Bacău	Străină import
1	Aspect	normal	normal	normal
2	Grosimea, mm	diverse	0,012	0,01
3	Gramaj, g/m^2	diverse	12	12
4	Greutatea volumetrică, g/m^3	0,97	1	1
5	Absorbție apă	0	0	0
6	Forța de rupere în direcție longitudinală în kg cel puțin	1,3	2,3	2,2
7	Alungirea, %	—	2	2
8	Umiditatea, %	7	6,6	6,2
9	Cenușă, %	0,5	0,5	0,3
10	Permeabilitatea față de aer după densimetrul Shoopper în ml/mm cel mult	7	5	4
11	Duble îndoituri longitudinale	—	880	1570
12	Rigiditate dielectrică, kV/mm	35	41,66	42

a) *Studiul caracteristicilor electrice ale hîrtiei de condensator produse în țară.* Hîrtia de condensator uscată, neimpregnată, este o alternanță de straturi de celuloză și aer, legate în serie și, deci poate fi reprezentată printr-o schemă electrică cu capacitățile C_c și C_a înseriate [3]. Aceste capacități C_c corespund polarizării celulozei, iar C_a — polarității aerului în interstițiile hîrtiei.

Ne vom folosi de schema din fig. 4 în studiul caracteristicilor electrice ale hîrtiei de condensatoare și vom ține seamă că constanta dielectrică a unui dielectric compus, constituit din două elemente care se combină chimic, are expresia:

$$\varepsilon^k = x\,\varepsilon_1^k + (1-x)\,\varepsilon_2^k$$

în care:

ε_1 ε_2 sînt constantele dielectrice ale componentelor;

x — conținutul volumetric al primei componente;

k — parametru determinat de repartiția volumetrică a constantelor.

În cazul conectării în serie, $k = -1$ și, deci, vom avea:

$$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{x}{\varepsilon_1} + \frac{1-x}{\varepsilon_2}. \qquad (9)$$

Considerînd pentru aer $\varepsilon_1 = 1$, iar pentru celuloză $\varepsilon_2 = \varepsilon_c$ şi introducînd pe ε_n în expresie, vom obţine valoarea constantei dielectrice ε_n, pentru hîrtia uscată, neimpregnată (fig., *b*):

$$\varepsilon_n = \frac{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2}{(1-x)\cdot\varepsilon_1 + x\,\varepsilon_2} = \frac{\varepsilon_c}{1-x+x\varepsilon_c} \qquad (10)$$

unde x este conţinutul volumetric specific de aer (volumul porilor hîrtiei).

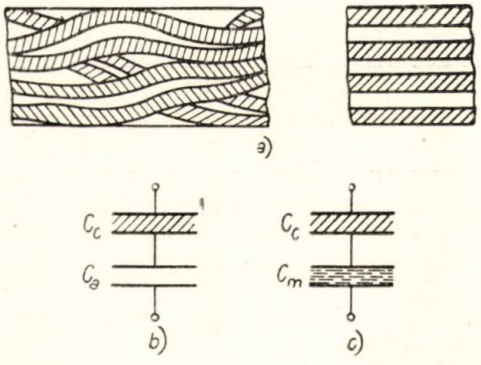


Fig. 4. Schemele echivalente ale hîrtiei de condensatoare:

$$\varepsilon_n = \frac{7}{7-\frac{1,0}{1,4}(7-1)} = 2,57.$$

a – schema structurii hîrtiei de condensator; *b* – schema echivalentă a hîrtiei uscate şi neimpregnate; *c* – schema echivalentă a hîrtiei uscate şi impregnate cu ulei mineral.

Dacă notăm prin γ şi γ_c densităţile hîrtiei şi celulozei, vom avea:

$$x = 1 - \frac{\gamma}{\gamma_c}. \qquad (11)$$

Din expresiile (10) şi 11) vom obţine:

$$\varepsilon_n = \frac{\varepsilon_c}{\frac{\gamma}{\gamma_c} + \left(1-\frac{\gamma}{\gamma_c}\right)\varepsilon_c} = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c - \frac{\gamma}{\gamma_c}(\varepsilon_c - 1)}. \qquad (12)$$

În cazul hîrtiei romîneşti de condensator realizate de fabrica „Steaua Roşie" Bacău, unde avem:

$\gamma = 1,0\ \text{g/cm}^3$
$\gamma_c = 1,4\ \text{g/cm}^3$
$\varepsilon_c = 7$

Pentru determinarea pierderilor dielectrice în hîrtia neimpregnată, considerînd pierderile în celuloză ca o rezistenţă r conectată în serie cu capacitatea C_a şi neglijînd pierderile în aer (fiind infime), vom avea (fig. 5):

$$\operatorname{tg}\delta_n = \frac{I\cdot r_c}{\omega\,\frac{I}{C_n}} = \omega \cdot C_n \cdot r_c =$$

$$= \operatorname{tg}\delta_c \cdot \frac{C_a}{C_a + C_c} = \operatorname{tg}\delta c \cdot \frac{C_n}{C_c} = \operatorname{tg}\delta_c \frac{\varepsilon_n}{\varepsilon_c}(1-x) \qquad (13)$$

—unde $\operatorname{tg}\delta_c = \omega \cdot C_c \cdot r_c$ este tangenta unghiului de pierderi al celulozei şi înlocuind pe ε_n şi x cu expresiile 11 şi 12 vom obţine

$$\operatorname{tg}\delta_n = \operatorname{tg}\delta_c \cdot \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c} \cdot \frac{1}{\varepsilon_c - \frac{\gamma}{\gamma_c}(\varepsilon_c - 1)} \cdot \frac{\gamma}{\gamma_c} =$$

$$= \frac{\operatorname{tg}\delta_c}{1+\varepsilon_c\frac{(\gamma_c-\gamma)}{\gamma}}. \qquad (13')$$

La hîrtia romînească de condensator cu datele amintite mai sus şi cu $\operatorname{tg}\delta_c = 70\times10^{-4}$, la 20°C şi 50 Hz, folosind expresia (13):

$$\operatorname{tg}\delta_n = \frac{70\cdot10^{-4}}{1+\frac{7}{1,0}(1,4-1,0)} = 19,10^{-4}.$$

Din expresiile (12) şi 13) se vede că, atît constanta dielectrică a hîrtiei uscate neimpregnate, cît şi pierderile dielectrice cresc cu mărirea densităţii hîrtiei. Ţinînd seamă pe de altă parte că tensiunea la străpungere este iarăşi direct proporţională cu densitatea hîrtiei, se tinde, în general, la alegerea unei densităţi optime, care în cazul nostru am determinat-o la 0,9 —1,1 g/cm³.

Dacă considerăm hîrtia uscată şi impregnată ca o legătură înseriată între capacităţile C_c şi

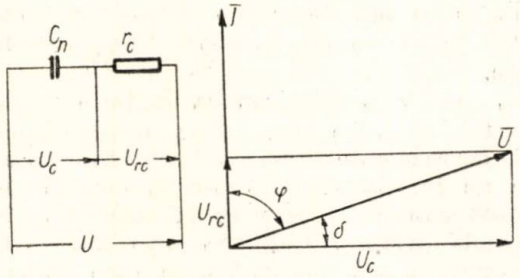


Fig. 5. Schema serie echivalentă a condensatorului cu pierderi.

C_m a celulozei şi a masei de impregnare (fig. 4, *c*) vom obţine prin analogie:

$$\varepsilon_i = \frac{\varepsilon_m\,\varepsilon_c}{(1-x)\,\varepsilon_m + x.\varepsilon_c} = \frac{\varepsilon_c\,\gamma_c}{\gamma' + (\gamma_c - \gamma)\,\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_m}} =$$

$$\frac{\varepsilon_c\,\gamma_c}{\gamma_c\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_m} - \gamma\left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_m} - 1\right)} \qquad (14)$$

unde ε_m este constanta dielectrică a masei de impregnare şi în cazul nostru, a uleiului mineral special pentru condensatoare şi vom obţine:

$$\varepsilon_i = \frac{7\,.\,1,4}{1,5\frac{7}{2,2} - 1,0\left(\frac{7}{2,2} - 1\right)} = 3,8.$$

Pentru determinarea pierderilor dielectrice în hîrtia impregnată, notăm cu r_c și r_m rezistențele echivalente pierderilor în celuloză și în masa de impregnare și vom obține expresia:

$$\operatorname{tg}\ \delta_i = \frac{\omega C_m C_c}{C_m + C_c}(r_c + r_m) = \frac{C_m}{C_m + C_c}\operatorname{tg}.\ \delta_c + \frac{C_c}{C_m + C_c}\operatorname{tg}\ \delta_m \qquad (15)$$

în care $\operatorname{tg}\delta_m = \omega \cdot C_m \cdot r_m$ este tangenta unghiului de pierderi a masei de impregnare sau introducînd valori corespunzătoare ale lui ε_m, ε_c, γ și γ_c vom avea:

$$\operatorname{tg}\ \delta_i = \frac{\operatorname{tg}\ \delta_c}{1 + \frac{\varepsilon_c(\gamma_c - \gamma)}{\varepsilon_m \gamma}} + \frac{\operatorname{tg}\ \delta_a}{1 + \frac{\varepsilon_m \gamma}{\varepsilon_c(\gamma_c - \gamma)}}. \qquad (16)$$

La impregnarea condensatoarelor folosind un ulei mineral special preparat, a cărui $\operatorname{tg}\ \delta_m = 2 \times 10^{-4}$ este foarte mică în comparație cu celuloza, avînd $\operatorname{tg}\ \delta_c = 70 \times 10^{-4}$ și deci termenul din dreapta poate fi neglijat.

Calculînd numai termenul din stînga, obținem

$$\operatorname{tg}\ \delta_i = \frac{70.10^{-4}}{1 + \frac{7(1{,}4 - 1{,}0)}{2{,}2 \times 1{,}0}} = 31{,}10^{-4}.$$

Dacă comparăm acest rezultat din calcul cu măsurătorile obținute la condensatoare de capacități relativ mari, 330 μF și anume, $\operatorname{tg}\ \delta_i = 25 - 35 \times 10^{-4}$, vedem că sînt îndeajuns de apropiate, ținînd seamă că în condensator mai intervin pierderile dielectrice din izolatoarele de trecere și pierderile ohmice din conductoarele din interior.

De altfel, normele GOST limitează pierderile dielectrice ($\operatorname{tg}\ \delta = 50 \times 10^{-4}$) astfel că condensatoarele ICET se află în limitele admisibile.

Relativ la studiul tensiunii de străpungere (E_{str}) ne-am folosit de expresia dată de M. M. Mihailov în funcție de grosime și densitate și anume:

$$E_{str} = \frac{U_{str.\,a}}{d}\left[1 + \frac{\gamma}{\varepsilon_c(\gamma_c - \gamma)}\right] \qquad (17)$$

unde $U_{str.\,a}$ este tensiunea de străpungere a aerului în spații subțiri (în cazul nostru considerînd la o grosime a interstițiilor de aer de 6—8 μ, de 250 V).

În cazul hîrtiei românești de condensator, avînd următoarele date:

$\varepsilon_c = 7$

$\gamma_c = 1{,}4$

$\gamma = 1{,}0$

$$E_{str} = \frac{250}{12}\left[1 + \frac{1{,}0}{7\,(1{,}4 - 1{,}0)}\right] = 28{,}2\ \text{kV/mm}.$$

De menționat, că încercările efectuate în curent alternativ cu o frecvență de 50 Hz asupra hîrtiei, avînd un conținut de umiditate de 5%, au dat pentru E_{str} rezultate cuprinse între 30 — 40 kV/mm ceea ce corespunde normelor. Această variație a tensiunii de străpungere pe suprafața relativ mică a probei de hîrtie (100 cm) este explicabilă ținînd seamă de neomogenitatea hîrtiei și, deci, variația grosimii stratului de aer de la 0 pînă la cazul limită 12 μ.

În cazul limită $E_{str} = \frac{250}{12} = 21$ kV/mm.

Prezența particulelor metalice conductoare și, în special, a particulelor de fier sau de cupru incluse în hîrtie în timpul fabricării este mult mai defavorabilă. Din această cauză, apare imposibilă realizarea dielectricului dintr-un singur strat de hîrtie. Deoarece probabilitatea suprapunerii particulelor metalice conducătoare la două straturi este îndeajuns de mare, condensatoarele realizate au cel puțin trei straturi.

Deoarece tensiunea de străpungere a dielectricului compus este de circa 250 kV/mm, iar noi am admis un gradient de potențial de 12 kV/mm, reiese că probabilitatea de străpungere a condensatorului la tensiunea de lucru, apare, în special în ipoteza disocierii uleiului, din cauza unor impurități de ordin mecanic și chimic sau a infiltrării umezelii în ulei.

Reiese ca o concluzie logică importanța deshidratării și a impregnării condensatorului și a gradului de acurateță, în care trebuie să se execute operațiile de montaj ale condensatorului.

b) *Materialul pentru impregnare folosit la realizarea condensatoarelor tip ICET.* În scopul umplerii interstițiilor libere din hîrtie și pentru intensificarea răcirii secțiilor, condensatoarele de forță sînt impregnate cu un dielectric lichid cu calități electrice superioare.

La prepararea lui, ca material de bază s-a folosit uleiul mineral de transformator, de tipul 2004.

Curățirea uleiului s-a făcut cu pămînturi decolorante, iar deshidratarea și degazarea s-au efectuat sub vid intens ($1{,}5 \times 10^{-1}$ mm col Hg), ținînd seamă de influența impurităților și a conținutului de umiditate asupra tensiunii de străpungere. Alegerea acestei soluții aparține cercetătorului principal chimist Gh. Bălășescu, în cadrul lucrării de laborator care a dus la realizarea uleiului de condensator.

Tot pentru eliminarea completă a impurităților din ulei și în general din condensator, operațiile de lucru cu uleiul de impregnare au necesitat condiții deosebite de acurateță. Afară de aceasta, pentru evitarea oxidării, piesele feroase din interiorul condensatorului au fost acoperite metalic, în speță nichelate.

Ţinînd seamă de solubilitatea cauciucului natural în ulei, acesta a fost înlocuit cu perbunan rezistent la ulei.

Din punctul de vedere al caracteristicilor electrice, uleiul preparat în cadrul Sectorului

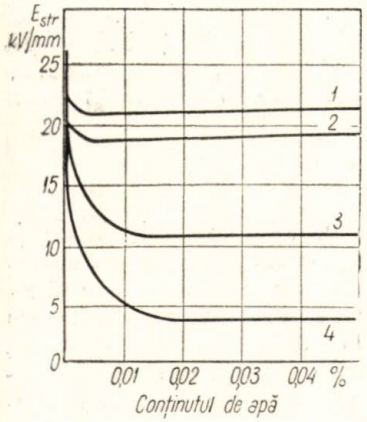


Fig. 6. Curbele de variaţie ale tensiunii de străpungere pentru uleiul mineral de condensator în funcţie de conţinutul de umiditate şi în proporţii diferite de impurităţi:

1 — ulei pur; 2 — 351 mg carbon la 10 *l* ulei; *3* — 2,5 fire de celuloză la 10 *l* ulei; *4* — 2,8 mg fire de bumbac la 10 *l* ulei.

materiale - ICET, a dat bune rezultate, conform datelor din tabela 2 şi în special pierderile dielectrice mici la 20°C (tg $\delta = 2 \times 10^{-4}$).

Tabela 2

Nr. crt.	Denumirea caracteristicilor	Uleiul condensator
1	Tensiunea de străpungere la 20°C kV/cm	200
	Idem la 90°C kV/cm	220
2	Rezistenţa specifică la 20°C cm	10^{14}
	Idem la 90°C cm	10^{11}
3	Tangenta unghiului de pierderi la 20°C	0,0002
	Idem la 90°C	0,008
4	Permeabilitatea dielectrică relativă la 20°C	2,2
	Idem la 90°C	2,1
5	Permeabilitatea dielectrică relativă a hîrtiei de condensator impregnată	3,5
6	Greutatea specifică la 20°C g/cm³	0,896
7	Temperatura de solidificare °C	—45
8	Coeficientul de dilatare termică în intervalul de la 20°C pînă la 90°C, pentru 1°C	0,0008
9	Căldura specifică la 20°C, în cal/°g	0,40

Relativ la procesul inerent de îmbătrînire a uleiului mineral de condensator, cauzat de schimbările de ordin chimic în ulei în urma acţiunii îndelungate a cîmpului electric, posibilitatea determinării gradului de îmbătrînire se poate face prin următoarele metode:

— variaţia aciditătii;
— variaţia cantităţii precipitate;
— variaţia pierderilor dielectrice.

Pentru seria experimentală de condensatoare ce se află în exploatare, am ales metoda variaţiei pierderilor dielectrice.

c) *Materialul pentru armături.* Iniţial, în construcţia condensatoarelor de forţă se folosea ca material pentru armături numai foiţa de cositor cu limita inferioară a grosimii pînă la 12—15 μ.

Totuşi, astăzi cositorul este complet înlocuit prin aluminiu, datorită următoarelor considerente:

— conductibilitate electrică mai bună;
— conductibilitate termică mai bună;
— greutate specifică mai mică;
— posibilitate de laminare a foilor în grosimi mai mici;
— cost mai redus.

Foiţa de aluminiu folosită la realizarea prototipurilor ICET, are o puritate de 99,6% şi o rezistenţă la rupere de 400 kg/cm².

Este de menţionat, că foiţa de aluminiu se comportă favorabil în condensatoarele impregnate cu uleiuri minerale, creîndu-se şi un strat natural de oxid de aluminiu (care măreşte rezistenţa izolaţiei condensatorului) în timp ce în condensatoarele impregnate cu mase clorurate de tipul „Sovolului" problema nu este încă complet studiată.

III. Construcţiile de condensatoare de forţă de joasă tensiune realizate în ICET

Materialele studiate în cele expuse anterior au fost folosite în construcţiile de condensatoare de forţă de joasă tensiune, pentru următoarea gamă de prototipuri:

Construcţii monofazate

0,220 kV 3 kVAr
0,380 kV 5 kVAr
0,500 kV 8 kVAr

Construcţie trifazată

0,380 kV 15 kVAr.

În special construcţia trifazată 15 kVAr are indici tehnico-economici superiori şi în special greutatea specifică a hîrtiei pe kVAr.

Acest lucru s-a realizat pe următoarele căi:

1. Aplicarea unui gradient de potenţial ridicat 12,5 kV/mm obţinîndu-se rezultate bune la probele de încercare a rigidităţii dielectrice.

2. Folosirea unor regimuri tehnologice de deshidratare şi impregnare corespunzătoare, mărind temperatura de palier pînă la 140°C, proces termic permis prin crearea unui vid de $1{,}5.10^{-1}$ mm col Hg.

3. Realizarea unei construcţii compacte şi folosirea unui sistem de realizare a contactelor la armăturile bobinelor, prin arcuri lamelare şi spirale.

Bobinajele realizate au fost de tip cilindric, cu capacităţi relativ mari pe secţie. Bobina cilindrică este înfăşurată pe un cilindru tubular din pertinax, cu un canal axial de 15 mm, care intensifică circulaţia uleiului nu numai în planuri verticale, ci şi în planuri orizontale.

Pentru micşorarea pierderilor inductive, bobinajul a fost conceput în sens neinductiv cu depăşiri ale capetelor armăturilor faţă de hîrtie cu cîte 4 mm.

De menționat asupra regimului tehnologic de deshidra are și impregnare care s-a efectuat în următoarele faze :

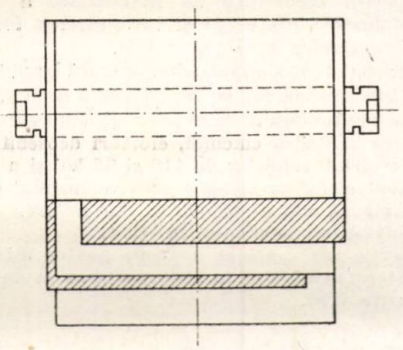


Fig. 7. Secțiunea bobinajului condensatorului de forță 380 V, tip ICET.

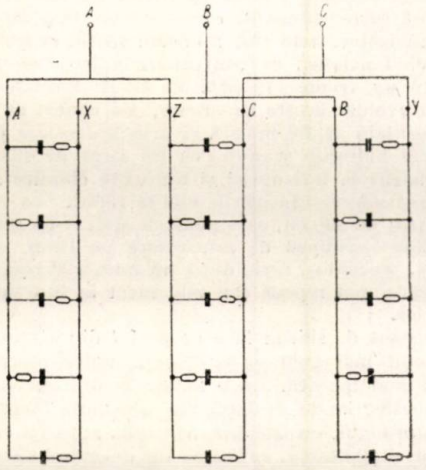


Fig. 8. Schemă de conexiuni a condensatorului de 15 kVAr, 0,380 kV, 330 μF, tip ICET.

— deshidratarea hîrtiei și a izolației principale ;

— introducerea uleiului în condensator ;

— impregnarea cu ulei și degazarea interstițiilor de aer din hîrtie, numai în vid intens, ceea ce micșorează mult probabilitatea ionizării în spațiile libere de aer din interiorul dielectricului.

Schema de legături folosită a fost aceea în triunghi, cu conexiunile în interior.

Fiecare secție a fost asigurată cu cîte o siguranță fuzibilă, permițînd localizarea curentului de scurtcircuit în cazul clacării, la bobina respectivă.

Încercările corespunzătoare ale pierderilor dielectrice au dat rezultate între 25 și $35 \cdot 10^{-4}$.

Față de necesitățile economice energetice din țara noastră și a rezultatelor obținute în fazele de cercetare, se va trece în viitorul apropiat la realizarea pe scară industrială de condensatoare de forță la fabrica „Electrocablul" și în primul rînd a tipului 15 kVAr, 380 V, construcție ICET.

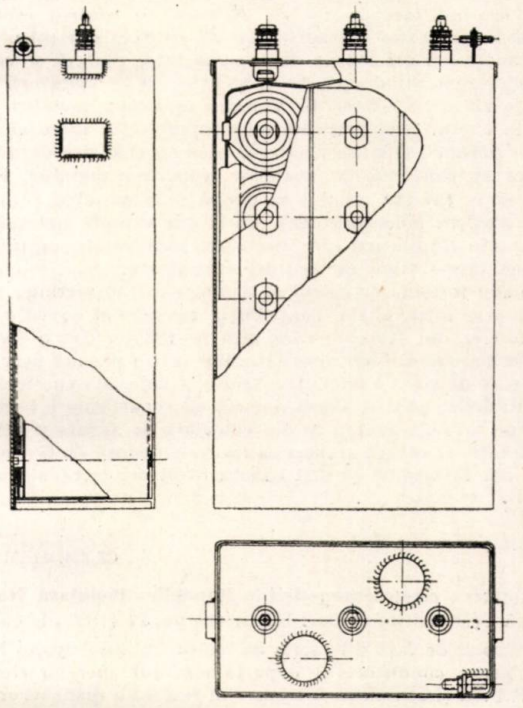


Fig. 9. Condensator de forță tip ICET 15 kVAr, 0,380 kV, 330 μF.

Bibliografie

[1] Renne V. T. : *Condensatoare electrice.* Gosenergoizdat Moscova-Leningrad 1952.

[2] Poliacov B. A. : *Instalații de condensatoare pentru ameliorarea factorului de putere.* Trad. Ed. Energetică de Stat, București, 1953.

[3] Renne V. T. : *Condensatoare moderne cu hîrtie.* Trad. I.D.T. București 1955.

[4] Madjar L. : *Factorul de putere* (cos φ) VEB Verlag Technik, Berlin. Trad. I.D.T. București, 1955.

[5] Marbury R. : *Power Capacitors.* Mc Graw Hill, New York, 1949.

Intrat în redacție la 12 V 1958.

Referate

Electrotehnică generală

CZ 621.3.014.31

Densitatea de curent şi temperatura arcurilor de curenţi mari [După *T. H. Lee, W. R. Wilson, I. C. Sofianek*: Amer. Inst. electr. Engrs. Trans. III. Power App Syst. (1957) 31, 600—608, 9 fig.]

Lucrarea este a treia într-o serie de investigaţii a repartizării densităţii de curent şi a temperaturii în secţiunea coloanei de arc. S-a dezvoltat o nouă metodă de măsură şi s-a aplicat unor arcuri pe electrozi metalici curentul fiind de 17 kA. S-au evaluat temperaturi de 20 000°C în centrul coloanei. Se dă o explicaţie a transferului de căldură din coloana de arc. Schimbul are loc pe de o parte între plasmă şi vaporii metalici eliberaţi din electrozi şi avînd o temperatură mult mai joasă (3 000—5 000°C) Volumul vaporilor metalici generaţi în cursul unei perioade este un multiplu mare al volumului plasmei. O mare parte din energia electrică dezvoltată în arc se consumă la încălzirea vaporilor metalici. Pe de altă parte energia arcului se disipă prin amestec turbulent cu atmosfera înconjurătoare. Părţi din vaporii metalici sînt proiectate din plasmă spre atmosfera înconjurătoare, primind plasma într-o stare de agitaţie turbulentă.

Se dau formule de calcul al temperaturii în secţiune considerîndu-se între altele contribuţia savantului sovietic S.D. Gvasdover din Harcov, care încă în 1937 a dat o formulă pentru parcursul liber al electronilor într-o plasmă uşor ionizată (arc de curent mic). Din teorie şi valorile experimentale autorii deduc pînă la sfîrşit o curbă de repartizare a temperaturii pe care o compară cu cea calculată de Skeats şi Schuck. În discuţie se atrage atenţia că formula dedusă de Gvosdover este mai favorabilă şi mai exactă decît cea întrebuinţată de autori.

A.A.

CZ 621.311 .312(09) S

Dezvoltarea electroenergeticii în Republica Populară Romînă [După *Nicolae Gheorghiu*: Electricestvo, **77** (1957) 1, 40—46]

Articolul de faţă este scris de locţiitorul ministrului industriei grele, conducătorul departamentului energiei electrice din R.P.R. şi constituie o trecere în revistă a realizărilor regimului de democraţie populară din ţara noastră, în domeniul producerii energiei electrice şi a utilajului electrotehnic necesar pentru asigurarea aparatelor şi dispozitivelor corespunzătoare.

Se începe prin a se arăta starea în care se găseau aceste sectoare ale economiei noastre înainte de naţionalizare, descriindu-se ritmul de adaptare al producerii, transportului şi utilizării energiei electrice la cerinţele crescînde ale diverselor ramuri din industrie, pentru ridicarea nivelului material şi cultural al oamenilor muncii.

Se arată astfel că pornindu-se de la 720 MW putere instalată în 1944 în toată ţara sub formă de centrale comunale separate, efo turile primului plan cincinal au condus la o creştere a acestei puteri cu 540 MW , ajungîndu-se în 1955 la un consum de energie electrică de patru ori mai mare decît în 1938. În decursul acestui prim plan cincinal s-au efectuat lucrări importante pentru construirea centralelor hidro şi termoelectrice, substaţiilor şi liniilor de transport. În acest interval de timp industria electrotehnică a creat utilaje de mare putere şi complexitate, ajungînd în prezent să producă transformatoare de 20 MVA şi 110 kV, compensatoare sincrone şi electromotoare de înaltă tensiune etc.

Una din cele mai importante realizări ale primului plan cincinal a fost interconectarea unei serii întregi de centrale termice şi hidraulice într-un sistem energetic unitar naţional, care în prezent cuprinde Muntenia şi Ardealul central şi de sud-est. Acest sistem cuprinde actualmente 70% din centralele R.P.R. care funcţionează pe bare comune.

O dată cu acest sistem unitar a apărut şi necesitatea distribuirii optime a sarcinii între centrale, fapt care a condus la introducerea unui serviciu de dispecer naţional care a contribuit mult la sporirea indicilor economici ai centralelor şi reţelelor de transport.

Începînd din anul 1953, s-au efectuat lucrări importante în vederea sporirii stabilităţii de funcţionare a sistemelor, prin perfecţionarea protecţiei şi introducerea forţării excitaţiei alternatoarelor la scurtcircuite.

În anul 1955 şi 1956 s-au introdus pe scară largă în sistemele energetice întreruptoarele cu reanclanşare rapidă, procedeele de anclanşare automată a rezervelor şi sincronizarea automată. Pentru al doilea cincinal, eforturi deosebite se fac în direcţia dezvoltării reţelelor de 110 şi 35 kV şi a continuării unificării centralelor în sisteme unitare urmînd ca în 1960 aceste sisteme să atingă 80—85% din puterea instalată a tuturor centralelor existente în ţară.

De asemenea vor continua lucrările pentru mărirea factorului de putere, urmînd ca în 1960 valoarea sa medie pe ţară să atingă cifra 0,75. *S.S*

Materiale electrotehnice

CZ 621.315.62

Izolatoare de porcelan hidrofobe. [După *A. Neunteufel*: Elektrotechn Z.—B. **9** (1957) 12, 491—492.]

Pentru izolatoarele aeriene de înaltă tensiune se tinde în permanenţă ca tensiunea de contu are pe timp de ploaie sau în caz ,l că izolatoarele sînt murdare să fie ridicată cît mai aproape de tensiunea de conturnare a izolatoarelor curate şi utilizate pe vreme uscată. Pe lîngă formele adecvate, la care au evoluat aceşte izolatoare, s-a căutat ca rezistenţa lor de sup.afaţă să fie mărită şi prin acoperirea glazurii cu un material hidrofob şi anume cu un strat de silicon care— fiind rezistent la intemperii şi influenţe chimice sau mecanice — nu-şi schimbă însuşirile nici la 180°C.

Acest strat de silicon, care poate fi aplicat pe glazură cu o cîrpă, ridică tensiunea de conturnare pe timp ploios cu 10—36 %, procentaj, care, după un număr oarecare de conturnări scade mai repede sau mai încet în funcţie de forma izolatoarelor.

Acelaşi strat de silicon face ca praf ,l din atmosferă să se depună mult mai greu pe izolatoare, adică murdărirea lor este mult mai înceată. La o substaţie din apropierea unei uzine chimice, unde izolatoarele obişnuite trebuiau şterse la 4—5 săptămîni, un izolator, de probă acoperit cu silicon a simplificat exploatarea, curăţirea lui devenind necesară abia la interval de 3 luni. Diferite diagrame comparative ilustrează influenţa tratării cu silicon.

Gh. C

Aparate electrice

CZ 621.316.57.064.22

Aparate de conectare cu timp extrem de scurt de întrerupere. [După *Schmitz L.*: Dtsch. Elektrotechn, **12** (1958) 5, 148—151.]

Cerinţele de putere sporită în reţelele electrice, conduc la mărirea pute.ii de scurtcircuit. Curenţii de scurtcircuit puternici produc solicitari termice şi dinamice corespunzătoare. Solicitarea termică (încălzirea) poate fi limitată fără greutate mare. Solicitarea dinamică este mai greu de limitat. Principial solicitarea dinamică poate fi limitată numai dacă curentul electric este întrerupt, cu ajutorul aparatelor de conectare, înainte de a atinge valori prea mari. Practic întreruptoarele normale de înaltă tensiune au durate de acţionare de 100 pînă la 150 ms, adică instalaţia este solicitată la valoarea de vîrf a curentului. Pentru ca solicitarea dinamică să fie limitată este necesar ca întreruperea să se realizeze într-un timp mai scurt de 5 ms. În acest scop s-a realizat un declanşator, care nu este sensibil la valoarea curentului i, ci la panta acestuia, adică la $\frac{di}{dt}$. Dacă se conectează într-un circuit, direct sau prin intermediul unui transformator de curent, o inductanţă, la bornele acesteia apare o tensiune proporţională cu $\frac{di}{dt}$

Inductanţa constituie astfel un sistem de măsură, încă de la trecerea curentului prin valoarea zero.

Pentru reducerea timpului de întrerupere la maximum se foloseşte o capsă explozibilă, care primeşte impulsul de explo-

dare de la elementul de măsură. Transmiterea comenzii de deconectare de la sistemul conținînd cartușul explozibil se face prin intermediul unui resort-bară de torsiune, care posedă inerție redusă și forță apreciabilă. Pe acest principiu s-a construit un întreruptor rapid de curent continuu de 5 kA, care limitează curentul de întrerupere de 5,2 kA, în loc de 29 kA cît este la un întreruptor rapid normal.

Un cartuș explozibil poate fi introdus direct în circuit. În acest caz întreruperea circuitului se realizează prin ruperea în două a cartușului și evazarea f ecărei jumătăți. La această situație se ajunge prin practicarea în prealabil de secțiuni reduse în partea conductoare a cartușului. În paralel pe cartuș se află un fir fuzibil (siguranță) în nisip, care are rolul de a întrerupe final circuitul, deoarece cartușul explodat nu are putere de rupere. S-au construit astfel de limitatoare curent pînăla 6 kA, curent nominal,pentru echiparea redresoarelor de putere.

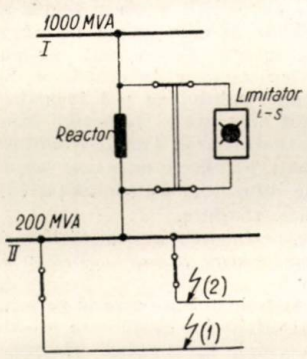


Fig. 1. Utilizarea dispozitivului într-o rețea de 20 kV.

O aplicație în rețele electrice pînă la 20 kV este indicată în fig. 1. De la barele unei stații *I* cu o putere de scurtcircuit de 1 000 MVA se alimentează o instalație de distribuție *II*, existentă, dimensionată la 200 MVA. Cuplajul se realizează prin intermediul unui reactor. Limitatorul *i-s* scurtcircuitează reactorul, pentru a elimina pierderile de tensiune și de putere.

În cazul unui scurtcircuit îndepărtat, locul (*1*), care nu depășește 200 MVA limitatorul nu acționează. În cazul unui scurtcircuit apropiat, locul (*2*), care depășește 200 MVA, limitatorul acționează și introduce între cele două sisteme *I* și *II* reactorul într-un timp extrem de scurt, înainte ca curentul de scurtcircuit să atingă valoarea maximă. Puterea de scurtcircuit, astfel limitată de reactor la 200 MVA, poate fi întreruptă de aparatele existente în rețeaua *II*. Readucerea la starea normală de funcționare se produce prin introducerea unui cartuș nou în limitatorul *i—s*.

G.H.

Utilizări electrice

CZ 621.316.17 : 621.34

Instalații de forță în industria modernă. [După Elektrotechn. Z.-B. **9** (1957) 11, 423].

Pentru adaptarea cît mai perfectă a instalațiilor de forță la cerințele industriei s-au dezvoltat în ultimii ani elemente noi de instalație.

În cazurile în care la o industrie în construcție locul utilajului nu este definitiv fixat sau, la o industrie existentă, utilajele își schimbă amplasamentul în funcție de produsele necesitate, se utilizează „dulapul de distribuție", care se poate monta oricînd în centrul de greutate al diferiților consumatori și conține aparatele, instrumentele și dispozitivele de semnalizare. El economisește spațiu deoarece — aparatele introducîndu-se prin ușa din față — coridorul din spate devine dispensabil. Un aparat nou introdus (de exemplu un automat) se leagă la bare și la plecare prin contacte cu lamele cu ocazia introducerii aparatului în dulap, deci se simplifică montajul și se economisesc separatoarele. S-au și normat diferite modele de dulapuri : sincronizare inclusiv întreruptoarele automate, compensarea puterii reactive inclusiv condensatoarele, stații de transformare etc.

O altă inovație o reprezintă barele capsulate, care înconjoară hala de fabricație și care la distanțe de 30—50 cm posedă contacte (acoperite) la care se pot racorda, ca la o priză, cofrete cu siguranțe pentru plecări. Aceste plecări, la rîndul lor, pot alimenta ori un singur motor, ori un tablou capsulat de distribuție așezat pe podea între consumatorii, care trebuie alimentați.

G. C.

Măsuri electrice

CZ. 621.317.7.085.34.

Aparat de inducție pentru măsurarea vectorilor. [După *L. F. Kulicovski* și *R. Dreschsler* : Elektrotechn. Obzor **46** (1957) 8, 395—398].

În articol sînt descrise noile aparate de măsurat, bazate pe principiul inducției, dezvoltate de profesorii Kulikovski și Kemesis. Utilizarea acestor aparate este avantajoasă în special la măsurarea vectorilor care reprezintă mărimi electrice.

Aparatele se caracterizează prin aceea că un singur element de măsurare permite citirea directă, atît a modulului cît și a fazei mărimii de măsurat, fără să fie necesar vreun calcul. Indicele este realizat printr-un spot luminos pe o scară polară. Aparatul poate fi folosit cu succes și pentru alte scopuri în tehnica măsurătorilor și a reglajului.

Forme de execuție ale acestor aparate sînt : cu întrefier cilindric sau sferic, cu și fără liniarizarea scării polare a mecanismului de măsurare, cu magnet permanent fix sau rotativ, cu și fără inel în scurtcircuit.

A.C.

Acceleratoare de particule

CZ 621.384.6.

Un nou generator Van de Graaff. [După *R. Brey* : Dtsch. Elektrotechn. **10** (1957) 7, 353—354, 4 fig].

La „VEB Transformatoren- und Röntgen Werke Dresden" s-a construit un generator Van de Graaff de 2 MV ; 0,5 mA. Generatorul funcționează într-un rezervor cu N_2 sau CO_2 sau $N_2 + CO_2$ la presiunea de 20 at. Dimensiunile aparatului sînt : diametrul 1 400 mm, lungimea 2 900 mm, înălțimea 1800 mm. Este remarcabil faptul că în gabaritul menționat intră și sursa electroni (sau ioni), după concepția prof. M. v. Ardenne, precum și tubul de accelerare. Aparatul constituie astfel o sursă universală de radiații cu multiple aplicații în fizica nucleară, chimia materialelor sintetice, chimia organică, medicină.

Generatorul de înaltă tensiune are suporți izolanți din porțelan pe care sînt așezate inelele necesare reducerii gradientului față de pereții interiori ai rezervorului. Repartizarea tensiunii pe inelele de gradient este asigurată de către rezistențe conectate între inele. Banda lată de 300 mm pentru transportul sarcinilor e din cauciuc cu țesătură de perlon și nu are înnăditură. Viteza benzii este de 12 m/s. Tensiunea de eclatare a benzii este de 50 kV.

Inelele de gradient înconjură atît banda transportoare, cît și tubul de accelerare. Diametrul interior al acestuia este de 70 mm. Electrozii de comandă sînt plasați la 8 mm distanță. Fiecare al treilea electrod de comandă se conectează la inelul de gradient corespunzător prin rezistențe de cauciuc conductor. Tubul de accelerare s-a realizat etanș, pentru presiunea exterioară de 20 at, prin folosirea rășinii epoxid la materialul adeziv. Sursa universală de radiații se află sub ecranul polului izolat, înșurubată etanș la tubul de accelerare.

Rezervorul în care se realizează presiunea de 20 at este răcit în regiunea tensiunii mai reduse cu ajutorul unei serpentine în care circulă apă. Pentru măsura tensiunii s-a prevăzut un voltmetru-generator plasat în partea frontală a rezervorului și la partea polului izolat. Tensiunea se păstrează constantă în limite de ± 1 %. Reglajul acestei tensiuni se realizează automat, electronic. Ca instalații auxiliare generatorul mai are o instalație de umplere cu gaz și un pupitru de comandă.

Gh.H.

CRONICA

Sesiunea Ştiinţifică a Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.

CZ 621.3:061.3

În zilele de 18—19 aprilie a.c. Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. a organizat o sesiune de comunicări ştiinţifice la Casa Oamenilor de Ştiinţă, Bucureşti, Piaţa Kuibîşev nr. 9. În prima şedinţă tov. academician I. S. Gheorghiu — care a prezidat şedinţele — a rostit un scurt cuvînt de deschidere a sesiunii. Tov. prof. dr. ing. R. Răduleţ, membru corespondent al Academiei R.P.R. şi directorul Institutului a prezentat o dare de seamă asupra activităţii ştiinţifice a Institutului de Energetică pe anul 1957 în care s-au trecut în revistă principalele realizări ale institutului, s-au arătat dificultăţile întîmpinate şi s-a făcut un bilanţ al întregii activităţi. Comunicările ştiinţifice prezentate au fost urmărite cu interes de auditoriu, ceea ce s-a manifestat prin întrebări şi discuţii după fiecare comunicare. Deosebit de preţioase au fost intervenţiile inginerilor din producţie care au atras atenţia asupra necesităţilor terenului şi au discutat constructiv rezultatele multor comunicări.

În cele ce urmează vom da titlurile urmate de scurte rezumate a comunicărilor, a căror subiect are contingenţă cu tematica revistei noastre.

1. Academician C. Budeanu, I. Antoniu, M. Pomîrleanu: *Funcţionarea motorului asincron cu rotorul în colivie în regim deformant de tensiune.*

În scopul de a observa modul în care se realizează condiţiile de funcţionare ale motoarelor asincrone alimentate cu tensiune nesinusoidală s-au efectuat o serie de încercări pe motoare asincrone cu rotorul în colivie de puteri variind între 0,6 — 4,5 kW.

În acest studiu se dau rezultatele obţinute pentru diverse grade de deformare ale tensiunii de alimentare comparativ cu funcţionarea în regim sinusoidal. Apare astfel că pot fi situaţii de deformare ale tensiunii aplicate, neadmisibile în practică.

2. M. Marinescu, D. Nestorescu: *Asupra unui proces de transformare nemijlocită a energiei electrice de înaltă frecvenţă, în lucru mecanic.*

S-au trecut în revistă avantajele transformărilor energiei una într-alta, la valori înalte ale parametrilor. În cazul folosirii energiei electrice la frecvenţe înalte (I. F.), nu există încă mijloace de transformare nemijlocită a acesteia în lucru mecanic, în maşini electrice.

Se arată în lucrare cum folosind legile inducţiei electromagnetice în circuite electrice cuplate cu sisteme mecanice, prin forţe electromagnetice se poate obţine o pătrundere integrală a energiei electrice de I.F. din circuitul electric în sistemul mecanic, acordînd circuitul electric pe înalta frecvenţă, cu un condensator şi pentru o anumită valoare a inductanţei variabile din circuit. „Pătrunderea" se poate face în două moduri: sau printr-un proces lent, în care avem de-a face cu modulaţie de *amplitudine* a curentului, sau printr-un proces de impuls, o descărcare bruscă, în care caz avem de-a face cu o modulaţie de fază a curentului din circuit.

În lucrare sînt analizate cele două cazuri, travaliile respective, factorul de putere etc. Procesele sînt ilustrate pe bază de exemplu de calcul.

3. A. Avramescu: *Probleme de difuziune tratate ca probleme de transmisie.*

Între problemele de difuziune, descrise de ecuaţia diferenţială de tip parabolic a lui Fourier şi unele probleme de transmisie electrică există analogii remarcabile. Se ştie că în cabluri telegrafice de tip Thomson (C.R.) curentul se propagă după o ecuaţie Fourier, deci după legea difuziunei.

Autorul extinde analogia la cuadripoli a căror teorie se cunoaşte bine. Se deduc condiţiile în care se pot transfera parametrii unui cuadripol, ca funcţia de transfer, regimul în gol şi în scurtcircuit etc., fenomenelor de difuziune. Se constată că intrarea şi ieşirea cuadripolului se pot identifica cu frontiera din interiorul unui domeniu — respectiv frontiera şi o zonă din interior, eventual centrul. Analogia limitată la ecuaţii cu coeficienţi constanţi, permite o orientare rapidă în soluţionarea problemelor de difuziune, de conducţia căldurii, efect pelicular şi fenomene similare.

4. E. Arie: *Evaluarea aproximativă a armonicilor de curent într-un circuit cuprinzînd elemente neliniare şi elemente variind periodic în timp.*

Se urmăreşte stabilirea unei metode unitare care să permită evaluarea efectului rezultant al diferitelor cauze care produc circulaţia unor curenţi nesinusoidali în sistemele electrice.

Se foloseşte în acest scop metoda schemelor în lanţ utilizată în general pentru determinarea efectului nesimetriei rotoarelor maşinilor sincrone. Metoda este extinsă şi pentru cazul mpedanţelor neliniare, considerate ca funcţii periodice nesinusoidale de timp, putînd fi dezvoltate în serie Fourier.

Pe baza acestei metode se poate evalua limita superioară a valorii posibile a armonicelor de curent şi de tensiune, iar în unele cazuri se pot determina aceste armonice prin aproximaţii succesive.

5. A. Moraru: *Reglajul automat al tensiunii generatorului sinusoidal.*

În lucrare se prezintă rezultatele teoretice şi experimentale privitoare la o schemă de reglare automată a tensiunii unui generator sinusoidal, de care dispune laboratorul Secţiei de Electroenergetică a Institutului de Energetică. În schema realizată, tensiunile se măsoară cu o punte neliniară alimentată în curent alternativ, utilizînd o lampă cu incandescenţă. Amplificarea se realizează în două etaje: preamplificare (electronic) şi amplificare de putere (cu amplidina). Schema este stabilizată cu ajutorul unui transformator de stabilizare, debitînd pe un bobinaj de comandă al amplidinei. Schema este capabilă să realizeze o precizie de $\pm$ 0,2% a tensiunii reglate, deşi în prezent s-a obţinut numai $\pm$ 0,8%, datorită capacităţii reduse a transformatorului de stabilizare utilizat.

În lucrare se analizează principalele scheme de măsurare a tensiunii, care permit obţinerea unei precizii mari. De asemenea se scot în evidenţă dificultăţile întîmpinate la stabilizarea schemei realizate, datorită perturbaţiilor introduse de amplidină şi funcţionării selective a preamplificatorului utilizat (cu modulare şi demodulare).

Alte comunicări prezentate fac parte din domeniile energeticii generale, a termotehnicii, a combustibililor solizi şi a motoarelor cu ardere internă. Ele se vor refera în revista „Energetica".

A.A.

SOMMAIRE

*** **Le 41-éme anniversaire de la Grande Révolution Socialiste d'Octobre**
Electrotehnica **6** (1958) 10. 357

CD 621.313.322-81

Nicolau Alex. : **Nouveaux problèmes dans la construction des turboalternateurs de grande puissance**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 359

On présente une synthèse des principaux problèmes techno-économiques qui caractérisent la construction des turbo--alternateurs de grandes puissances. On analyse les pressions et les températures utilisées dans les turbines, le nombre des tours, le rendement, la ventilation etc. Une comparaison entre les différentes solutions adoptées dans la technique mondiale relève leurs avantages et désavantages.

CD 621.316.13.016.313. :621.316.313

Preda M. : **Problèmes relatives au calcul et à l'étude sur modèles des réseaux triphasés non équilibrés**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 368

On expose une méthode d'analyse et de calcul des réseaux triphasés à récepteurs statiques non équilibrés, en régime permanent, fondée sur la théorie des coordonnées symétriques. La méthode de calcul proposée réduit d'un tiers le nombre d'équations à résoudre conjointement.

CD 622.326.75.032.3

Avramescu A. : **Une méthode pratique de dimensionnement du filament des lampes de très basse tension**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 375

L'article expose une méthode pratique de calcul fondée sur la résolution théorique du problème dont l'application est facilitée par des nomogrammes, qui permettent la correction aisée des valeurs calculées. Les prototypes des lampes construites d'après cette méthode de calcul ont été soumises à des mesures dont les résultats montrent une bonne concordance avec les calculs. La méthode est utilisable à toutes les petites lampes à incandescence alimentées par des piles, aux lampes pour projecteurs (auto, photo, etc.) et aux tubes électroniques à cathode filaire.

CD 621.319.4 :621.316.727

Bercu A. : **Condensateurs pour l'amélioration du facteur de puissance réalisés à l'Institut de recherches électrotehniques (ICET)**

Electrotehnica **6** (1958) 10, 387

On décrit les prototypes de condensateurs de puissance, de basse tension réalisés à l'ICET. On étudie en détail les matériaux utilisés à leur fabrication.

COMPTES-RENDUS, 394
CHRONIQUE, 396

Rapos, M. : CZ 537.226.3:621.135.2:621.315.64

Pierderile dielectrice într-o izolație de cablu cu hîrtie impregnată sub acțiunea simultană a tensiunilor alternativă și continuă. Elektr. Olz. **47** (1958) 6, 282—292

Kracik, J. : CZ 537.525

Histereza unei descărcări la joasă presiune cu o impedanță de stabilizare. Elektr. Obz. **47** (1958) 6, 312—315

621.3.01/09 ELECTROTEHNICA GENERALĂ

Cartianu, G. : CZ 621.3.011.1

Asupra problemei stabilității circuitelor electrice liniare și neliniare. Wiss. Z. Hochsch. f. Elektrotechn. Ilmenau **3** (1957) 2, 105—109

621.312 FABRICAREA MAȘINILOR ȘI APARATELOR PENTRU DISTRIBUIREA ȘI UTILIZAREA ELECTRICITĂȚII. INDUSTRIA ELECTRICĂ

Bobrovskaia, R. S., MorozovaA. M., Feigina, F. I. :
CZ 621.318.12:620.103.918.2

Îmbătrînirea cu temperatura a aliajelor cu mare forță coercitivă. Electricestvo **78** (1938), 3, 66—69

Boer, W. : CZ 621.312.:620.197(213)

Principiile climatologice ale produselor electrotehnice. Elektrotechnika, Budapest **51** (1958) 1/2, 42—48

621.313 MAȘINI ELECTRICE

Fastovski, V. G., Petrovski, U. V. : CZ 621.313.322-81-71

Răcirea mai intensă a turbogeneratoarelor. Electricestvo **78** (1958) 3, 32—35

Feinstein, E. G. : CZ 621.313.13.016.33

Determinarea datelor motorului electric pentru o sarcină variabilă. Electricestvo **78** (1958) 4, 44—48

Nornevski, B. I., Baiko, V. P., Maligevski V. E., Kuropatkin, P. V., Rosin, E. I. : CZ 621.313.236.3

Comparație între amplificatoarele rotative cu două și trei etaje cu cîmp continuu. Electricestvo **78** (1958) 3, 9—14

Balint, G. : CZ 621.313.322-81

Citeva probleme ale dimensionării turbogeneratoarelor la puterea limită. Elektrotechnika, Budapest, **51** (1958)1/2, 17—20

Sinai, L.: CZ 621.313.322.016.3

O nouă metodă pentru determinarea unghiului, de sarcină al generatoarelor sincrone. Elektrotechnika Budapest, **51** (1958) 1/2, 20—25.

621.317 MĂSURRI ELECTRICE

Dummer, K.-F. : CZ 621.317.33:621.316.933.9

Măsurători asupra rezistențelor variabile cu tensiunea. Wiss. Z. Hochsch. f. Elektrotechn. Ilmenau **3** (1957) 3/4, 241—245

Leschanz, A. : CZ .621.317.333.8

Rezultatele și critica măsurătorilor internaționale comparative ale impulsurilor de tensiune. Wiss. Z. Hochsch. I. Elektrotechn. Ilmenau 3 (1957) 2,111—116

621.317.7 INSTRUMENTE. APARATE DE MĂSURĂ

Hoppe, K. H. : CZ 621.317.725.082.72.027.3

Voltmetru electrostatic de înaltă tensiune cu indicație absolută. Electrotechn. Z-A **79** (1958) 10, 349—354

Frank, S. : CZ 621.317.785C621.318.1

Un nou contor de mare precizie cu miezuri de ferite. Electrotechn. Z-A **79** (1958) 9, 313—315

621.33 TRACȚIUNE

Fischer, Gy. : CZ -621.33:621.1

Tendințe în electrificarea căilor ferate. Elektrotechnika, Budapest **51** (1958) 1/2, 30—38

621.34. APLICAȚII. ACȚIONĂRI ELECTRICE

Petrov, U. P.: CZ 621.34.015.3

Regimurile tranzitorii ale acționarilor cu flux magnetic cu variație exponențială Electricestvo **78** (1958) 4,35—38

621.37 AMPLIFICATOARE MAGNETICE

Hrusa, J.: CZ 621.34:621..316.562.6

Înregistrarea simbolică a succesiunii anclanșărilor la acționările electrice. Elektr. Obz. **47** (1958) 5, 304—309

Sakovici, A. A.: CZ 375.3:538.213Z 621.

Mărirea posibilității circuitului cu transductoare. Electricestvo **78** (1958) 4, 53—57

621.39 ELECTROCOMUNICAȚII

Megla, G.: CZ 621.396.43

Noi puncte de vedere în proiectarea comunicațiilor dirijate. Wiss. Z. Hochsch. f. Elektrotechn. Ilmenau **3** (1957) 2, 161—167

Ipolyi, K.: CZ 621.315.616.96:678.743.22(215)

Posibilitatea de folosire a clorurii polivinilice la tropice. Elektrotechnika, Budapeta **51** (1958) 1/2, 48—56

Zoubek, Z.: CZ 621.313.222.014·3

Scurtcircuit într-un motor serie de curent continuu. Elektrot. Obz. **47** (1958) 6, 316—321

Mamikonianț, L. G.: CZ 621.313-32.016.25

Formule pentru puterea reactivă a unei mașini sincrone în timpul operației de alunecare. Electricestvo **78** (1958) 3, 35—36

621.314.1/.3 TRANSFORMATOARE ELECTRICE

Gert, R.: CZ 621.314.2.015.3:621.316.1:621.316.2

Supratensiuni cu prilejul deconectării transformatoarelor și liniilor în gol, bateriilor de condensatoare și conectărilor la pământ. Elektr. Obz. **47** (1958) 6, 292—304

Popov, I.: CZ 621.314.122.6.042.12

Determinarea dimensiunilor optime ale miezurilor transformatoarelor de forță. Wiss. Z. Hochsch. f. Elektrochn. Ilmenau **3** (1957) 2, 117—120.

Karsai, K.: CZ 621.314.222.3

Metodă directă pentru determinarea dimensiunilor reductoarelor de tensiune. Elektrotechnika, Budapest **51** (1958) 1/2, 11—16

621.315 TRANSMISIA ENERGIEI ELECTRICE

Pochop, K.: CZ 621.315.056.7(084)

Determinarea variației contracției unui conductor suspendat cu ajutorul unei abace stabilite pentru un alt material. Diagrama universală pentru determinarea unei temperaturi critice. Elektr. Obz. **47** (158) 6, 309—311

621.315.61/62 MATERIALE IZOLANTE. IZOLATORI

Obenans, Vritz: CZ 621.315.61.015.5

Tensiunea de străpungere a straturilor izolante groase într-un cîmp neomogen. Wiss. Z. Hochsch. f. Elek-trotechn. Ilmenau **3** (1957) **1**, 53—57

Magyari, E.: CZ 621.315.624.015.1

Rezolvarea grafică a repartiției tensiunii pe lanțurile de izolare de suspensie Elektrotechnika, Budapest **51** (1958) 1/2, 57—58

621.316.1 DISTRIBUȚIE

Lehmann, G.: CZ 621.316.027·3:621.316.95

Experiența dobîndită în protecția împotriva descărcărilor atmosferice în rețelele de înaltă tensiune. Wiss.Z. Hochsch. 7. Elektrotechn. Ilmenau **3** (1957) 2, 129—132

Palos, F.: CZ 621.316.1

Tendințe în dezvoltarea rețelelor urbane de distribuție, Elektrotechnika, Budapest **51** (1958) 1/2, 3—10

Cărți sovietice noi în curs de apariție

* * * **Materiale electroizolante pe bază de rășini epoxidice.** Culegere de articole traduse din limba engleză și slovacă. Gosenergoizdat — Programată pentru trim. IV/1958.

Sînt date proprietățile și caracteristicile materialelor electroizolante pe bază de rășini epoxidice indicîndu-se totodată și domeniile lor de utilizare.

*

Korobko M. I., Melnik P. M. și Sirankov G. D. : **Regulatoare electronice.** Editura Gostehizdat — Programată pentru trim. IV/1958.

În lucrare sînt prezentate construcțiile regulatoarelor electronice și metodele de reglare și exploatare a acestora. Se dau de asemenea schemele regulatoarelor fabricate de industria U.R.S.S.

*

* * * **Termorezistoare din semiconductoare.** Editura Academiei de Științe a R.S.S. Bieloruse — Programată pentru trim. IV/1958.

În lucrare se prezintă teoria și metodele de proiectare a aparatelor cu termorezistențe din semiconductoare. Se dau recomandări pentru utilizarea acestora.

*

Chestnat G. și *Mayer R.* : **Proiectarea și calculul servosistemelor și a sistemelor de reglaj.** 2 volume. Traducere din limba engleză. Gosenergoizdat — Vol. I este programat pentru trim. IV/1958 al doilea urmînd să apară în 1959.

Lucrarea conține o expunere sistematică a problemele legate de proiectarea, calculul și utilizarea servosistemelor și a sistemelor de reglare. În primul volum sînt date principiile matematice ale metodelor de calcul necesare pentru proiectarea sistemelor de reglare. În vol. II sînt tratate problemele de practică a proiectării, cum și condițiile impuse elementelor de forță, amplificatoare și stabilizatoare. Sînt date indicațiile necesare cu privire la utilizarea mijloacelor corectoare neliniare pentru îmbunătățirea funcționării servosistemelor.

*

* * * **Magnetohidrodinamica** (Culegere de lucrări ale Institutului de Fizică vol. XI). Editura Academiei de Științe a R.S.S. Letone — Programată pentru trim. IV/1958.

Lucrarea conține articole în legătură cu problemele de magnetohidrodinamică și de modelare ; sînt studiate problemele teoretice legate de modelarea proceselor electromagnetice, calculul și construcția diferitelor pompe, măsurarea și modelarea cîmpului magnetic exterior. Sînt studiate proprietățile electromagnetice ale feritelor cum și metodele de determinare a acestora.

*

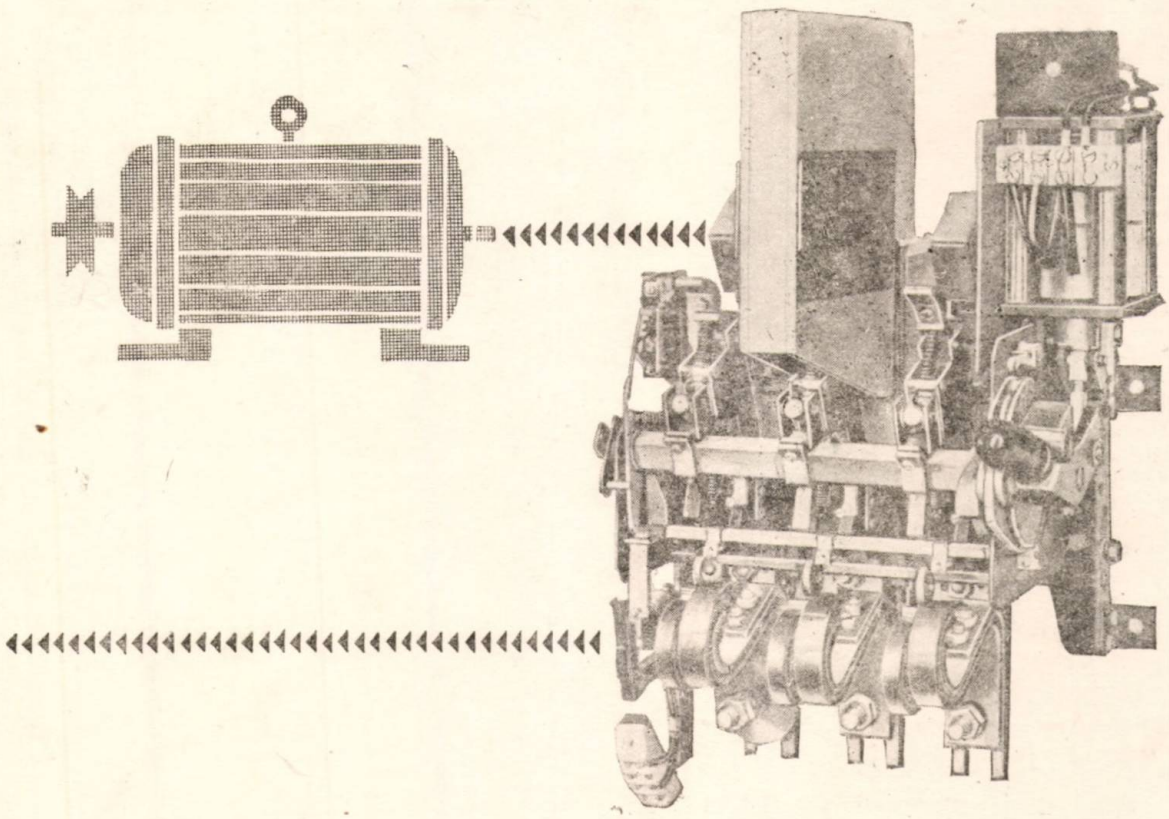
Bibișev A. B. și *Rabinovici Z. Ia.* : **Utilajul electric al motoarelor cu gaze.** Editura Mașghiz — Programată pentru trim. IV/1958.

În lucrare sînt descrise principiul de funcționare, construcția, exploatarea și repararea aparatelor de aprindere electrică cum și a aparatelor de protecție și control al funcționării motoarelor cu gaze, staționare, cu piston și al moto-compresoarelor cu gaze.

*

Vasilieva N. P. și alții : **Proiectarea amplificatoarelor magnetice.** Gosenergoizdat — Programată pentru trim. IV/1958.

Sînt date schemele și construcțiile amplificatoarelor magnetice. Se indică metodele de calcul și proiectare a acestor amplificatoare.



INTRERUPTOARELE DE FORȚĂ EM

acționate manual și de la distanță

se folosesc în instalațiile de joasă tensiune ale diverselor industrii, ale exploatărilor miniere și ale transporturilor navale și aeriene.

Ele servesc pentru conectarea motoarelor și a altor consumatori în instalațiile de distribuție, pentru protecția contra suprasarcinilor și scurtcircuitelor. Pentru conectare și întrerupere, întreruptoarele acționate la distanță pot fi dotate cu magnet de conectare, motor de conectare sau cu dispozitiv de conectare acționat prin aer comprimat. Pentru a corespunde utilizărilor cărora le sînt destinate, toate întreruptoarele EM sînt prevăzute cu declanșator de tensiune minimă, declanșator de curent de lucru și contacte auxiliare. In numeroase întreprinderi din țară și străinătate, în care se produce sau se consumă energie electrică, se folosesc întreruptoarele noastre EM.

Separat mai fabricăm:

Aparate de conectare, aparate de măsură, contoare, relee și redresoare.

PROSPECTE DEZVOLTATE CU DETALII TEHNICE STAU LA DISPOZIȚIE GRATUIT

VEB ELEKTRO-APPARATE-WERKE

(UZINELE DE APARATE ELECTRICE, PROPRIETATE DE STAT).

BERLIN — TREPTOW, HOFFMANNSTRASSE, 15 — 26

Reprezentanța: **AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE ÎN R. P. R.**

Departamentul — Politica Comercială București

Construim şi furnizăm:

RFT

INSTALAŢII TELEFONICE AUTOMATE PENTRU CENTRALE PUBLICE

cu selectoare rotative sau rotative ridicătoare după sistemul VStW 50, VStW 50 kl, sistemul F şi sistemul 56 cu selectoare antrenate cu motor în toate treptele de selectare.

INSTALAŢII COMPLETE DE SELECTOARE PENTRU CENTRALE SECUNDARE

Instalaţii mari de selectoare (GWN) pentru centrale secundare cu selectoare rotative sau rotative ridicătoare.
Sisteme tipizate pentru centrale secundare (ENS) cu selectoare antrenate cu motor de orice mărime în ce priveşte trunchiurile şi numărul de racorduri.
Instalaţii mijlocii de selectoare (MWN) pentru centrale în construcţie joasă, în special adaptabile în cazurile cu mai puţin de 100 abonati.

CENTRALE COMPLETE INTERURBANE ŞI DE APEL
CENTRALE AUTOMATE PENTRU CALEA FERATĂ

cu selectoare rotative sau rotative ridicătoare cum şi selectoare antrenate cu motor pentru comunicaţiile complet automate locale sau interurbane.
Instalaţii pentru întreprinderi cu apel inductiv (Sistem regional „Basa").

INSTALAŢII CU SELECTOARE PENTRU TELECOMUNICAŢII ÎN SCRIS (TW 55)

pentru reţele publice „Telex", pentru instituţii etc.
Maşini de apel şi de semnalizare.
5 VA, 15 VA şi 60 VA pentru diferite sisteme.
Generatoare de 50 Hz.

ELEMENTE DE CONSTUCŢIE

Selectoare antrenate cu motor cu 100 de linii.
Selectoare cu rotaţie şi ridicare 27.
Selectoare cu rotaţie 27.
Relee plate 48.
Condensatoare roative pentru radio şi pentru scopuri de măsură.

VEB INTREPRINDERE DE TELECOMUNICAŢII ARNSTADT

Marca fabricii, Semnul RFT

ARNSTADT/THÜRINGEN, Bierweg 6

Lei 5

E 2040

REFERALVA
KAT

ELECTROTEHNICA

Institut. de Documentare Tehn.
BUCUREȘTI
OEMEH - C
VYMENA - WY AN
TAUSCH - CMEHA

11

Electrotehnica — București

Anul 6 ★ nr. 11 ★ noiembrie 1958

Către cititorii noştri

Urmărind îmbunătăţirea continuă a conţinutului şi a formei revistei noastre, Comitetul de redacţie a luat numeroase măsuri, al căror scop este de a face revista mai utilă, mai documentată şi mai atrăgătoare masei cititorilor. Unele din aceste măsuri necesită explicaţii şi o îndrumare pentru a asigura o întrebuinţare raţională a revistei. Unele explicaţii se dau mai jos, iar pentru informaţii de detaliu rugăm pe cititorii noştri să se adreseze direct redacţiei revistei noastre.

Revista are următoarele părţi: partea de fond, partea documentară şi inseratele.

1. Partea de fond conţine: *articole, note discuţii, referate, recenzii, norme şi standarde şi cronica. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică şi o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detaşeze şi să se lege formînd colecţia revistei.*

1.1. Articole. *Articole de fond privind luări de poziţii, comentarii faţă de evenimente politice, economice şi tehnice de importanţă mare.*

Articolele tehnico-ştiinţifice, tehnico-economice sau tehnologice (4—6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză, se publică în condiţiile comunicate autorilor pe prima contrapagină a numerelor revistei din anul 1957. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacţională destinată a situa articolul în tematica revistei şi în problematica actuală a domeniului, cu subliniera importanţei sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a uşura regăsirea unui articol într-o colecţie de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care împreună cu fişele documentare ale sumarelor în limba romînă şi în patru limbi străine permit identificarea obiectului articolelor şi pentru cititorii străini care nu cunosc limba romînă.

În acelaşi timp sumarele pe fişe (v. mai jos) şi tablele de materii anuale, pe 5 ani etc. dau posibilitatea regăsirii uşoare a unui articol în colecţie.

1.2. Notele *sînt expuneri mai scurte şi de o importanţă mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal şi se introduc în sumarele anuale.*

1.3. Discuţii *asupra unor lucrări sau articole apărute constînd dintr-o luare de poziţie şi un răspuns, se admit fără ca redacţia să ia un angajament sau responsabilitate în ce priveşte părerile exprimate. Discuţiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori şi cititori.*

1.4. Referatele *sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din ţară şi din străinătate care se consideră de către redacţie a fi interesante şi utile cititorilor. Indicaţia bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele şi referinţe bibliografice).*

1.5. Recenzii *sînt prezentări mai ample şi critice ale unor lucrări de anvergură, cărţi, monografii, dizertaţii. Recenzorii se aleg de către redacţie printre persoanele competente în domeniul respectiv şi care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă şi să permită îmbunătăţiri la o nouă ediţie.*

1.6. Norme şi standarde *este o rubrică de prezentare a ultimilor ştiri privind redactarea şi apariţia de norme şi standarde electrotehnice în ţară şi străinătate (norme internaţionale).*

1.7. Cronica *serveşte la anunţarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii: congrese, conferinţe, aniversări, comemorări etc.*

2. Partea documentară *a revistei este mult amplificată faţă de trecut avînd în vedere nevoia acută de a promova şi îmbunătăţi documentaţia tehnico-ştiinţifică în masa inginerilor şi tehnicienilor electricieni.*

2.1. Sumarele *sînt redactate în cinci limbi sub formă de fişe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificaţie zecimală şi referinţe bibliografice normale (denumirea şi numărul revistei se repetă pe fiecare fişă). Dispuse pe fanioane care se detaşează la scoaterea broşelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate şi ordonate în fişiere bibliografice individuale, ca şi:*

2.2. Titlurile *unor articole recente din periodice din ţară şi străinătate, care pot să prezinte interes pentru inginerii sau tehnicienii noştri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4.).*

3. Inseratele sînt:

3.1. Anunţuri *de evenimente şi apeluri către cititori sau autori.*

3.2. Reclame *şi prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi electrotehnice din ţară şi străinătate. Condiţiile pentru inserarea de anunţuri şi reclame se comunică de către redacţie celor interesaţi.*

Redacţia speră a fi acţionat în interesul cititorilor luînd aceste măsuri şi îşi propune ca obiectiv şi în viitor să facă revista cît mai utilă, mai interesantă şi cît mai vie.

Revista „Electrotehnica", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Grele Editor: Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia: Bucureşti, Str. Ion Ghica nr. 3, telefon 16.78.78. Administraţia şi Casieria: Bucureşti, Cal. Victoriei, 118, telefon 14 06 24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic ilustrativ apărut în revistă cît şi cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual: pentru întreprinderi lei 96, individual lei 30. Preţul unui exemplar: lei 5. Abonamentele se primesc la sediul administraţiei sus indicate. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 3. Bucureşti.

ELECTROTEHNICA

Anul 6 Nr. 11 noiembrie 1958

SUMAR

*** * * 41 de ani de progres tehnico-ştiinţifice în Uniunea Sovietică**

Electrotehnica **6** (1958) 11, 397

CZ 621.319.53 : 621.314.2.001.4

Hortopan, Gh. :

Generatorul de impuls pentru încercarea transformatoarelor

Electrotehnica **6** (1958) 11, 401

Se dezvoltă o metodă de calcul pentru determinarea variaţiei în timp a tensiunii de impuls la bornele transformatorului, în funcţie de constantele generatorului de impuls şi de parametrii transformatorului care se încearcă. Se arată că inductanţa echivalentă a transformatorului nu trebuie confundată cu inductanţa de scăpări, indicîndu-se modul în care trebuie calculată. Oscilogramele ridicate confirmă justeţea consideraţiilor teoretice.

CZ 621.313.323 : 621.316.1.016.313

Potolea, E. :

Maşina sincronă cu poli aparenţi, element nesimetric al reţelelor electrice.

Electrotehnica **6** (1958) 11, 407

În lucrare se încearcă o prezentare sintetică sistematică a problemelor legate de funcţionarea nesimetrică a maşinilor sincrone cu poli aparenţi. Se arată aproximaţiile pe care le comportă aplicarea metodei componentelor simetrice la studiul acestei probleme.

CZ 628.971.7 : 79.093.5

Militaru, P. şi *Schapira, W.* :

Montarea instalaţiei pentru iluminatul nocturn al Stadionului Republicii din Bucureşti şi primele rezultate de exploatare.

Electrotehnica **6** (1958) 11, 416

În articol se prezintă realizarea practică a instalaţiei de iluminat nocturn a Sradionului Republicii din Bucureşti a cărui proiect a fost prezentat într-un articol anterior. Se descrie detaliat montajul turnurilor metalice, montajul şi reglajul proiectoarelor şi execuţia instalaţiei de alimentare cu energie electrică. Sînt prezentate de asemenea primele rezultate obţinute.

CZ 621.312.3

Máthé, B. :

Aspecte din activitatea experimentală a uzinei „Electroputere".

Electrotehnica **6** (1958) 11, 426

În articol se arată calea dezvoltării activităţii experimentale din uzina Electroputere — Craiova, în general şi se dau unele aspecte din activitatea de cercetare esperimentală în special.

REFERATE, 431

CONTENTS

* * * : **41 years of scientific and technical advance in the Soviet Union**

Electrotehnica **6** (1958), 11, 397

DC 621.319.53 : 621.314.3.001.4

Horlopan Gh. :

Pulse generator for testing transformers.

Electrotehnica **6** (1958) 11,

It is developed a new method of calculation for determining the variation in time of the surge tension at the terminals of the transformer, in dependence of the constants of the generator and of the parameters of the transformer which is being tested. It is shown that the équivalent inductance of the transformer must not be confounded with the dispersion inductance. The manner in which it has to be calculated is also indicated. The oscillograms surveyed confirm the rightness of the theoretical considerations.

DC 621.313.323 : 621.316.1.016.313

Pololea E. :

The synchoronous machine with apparent poles — a non-symmetric element of electrical networks

Electrotehnica **6** (1958) 11, 407

It is tried to present systematically a synthesis of the problems concerning the non-symmetric operation of synchronous machines with apparent poles. The approximations, connected with the application of the symmetrical components method to the study of this problem, are shown.

DC 628.971.7 : 79.093.5

Militaru P. and *Schapira W.* :

Setting up the noeturnal lighting installation of the ,,Republica — Stadium'' of Bucharest and the first exploitation results.

Electrotehnica **6** (1958) 11, 416

The paper exposes the practical achievement of the nocturnal lighting installation of the ,,Republic-Stadium'' of Bucharest, the design of which was presented in a previous paper. The mounting of the metallic towers, mounting and regulating of the projectors and the execution of the electric power feeding plant are described in detail. The first results obtained are also presented.

LC 621.312 (R)

Máthé B. :

Aspects of the experimental activity of the factory ,,Electroputere''

Electrotehnica **6** (1958) 11, 426

The paper indicates in general the developement way of the experimental activity at the factory ,,Electroputere'' — Craiova and, in particular, outlines certain aspects of its experimental research work.

ABSTRACTS, 431

СОДЕРЖАНИЕ

41 лет научнотехнического прогресса в С.С.С.Р.
Electrotehnica **6** (1958) 11, 392

ДК 621.319.53 :621.314.2.001.4

Hortopan Gh. :

Импульсный генератор для испытания трансформаторов.

Electrotehnica **6** (1958) 11, 401

Дан метод расчета временной зависимости импульсного напряжения на зажимах трансформатора функции постоянных импульсного генератора и параметров испытаемого трансформатора. Показывается, что эквивалентная индуктивность трансформатора не должна быть принятой равной индуктивности рассеяния,причем указывается метод ее расчета. Снятые осциллограммы подтверждают теоретические предпосылки.

ДК 621.313.323 :621.316.1.016.313

Potolea E. :

Синхронная явнополюсная машина-несимметричный элемент электрических сетей.

Electrotehnica **6** (1958) 11, 407

В статье делается попытка систематического изложения вопросов, связанных с несимметричной работой синхронной явнополюсной машины. Показаны приближения, при которых применение метода симметричных составляющих приводит к правильным результатам.

ДК. 628.971.7 :79.093.5

Militaru P., Schapira W. :

Монтаж установки для ночного освещения бухарестского стадиона „Республика" и некоторые результаты ее эксплуатации.

Electrotehnica **6** (1958) 11, 416

В статье описывается практическое осуществление установки ночного освещения на бухарестском стадионе „Республика", проект которой был изложен в предыдущей статье Дается подробное описание монтажа металлических опор, монтаж и конструкция прожекторов и разработка установки питания электроэнергией. Излагаются первые результаты эксплуатации.

ДК. 621.312 (R)

Máthé B. :

Некоторые вопросы экспериментальной деятельности на заводе „Электропутере".

Electrotehnica **6** (1958) 11, 426

В статье указаны пути развития экспериментальной деятельности на крайовском заводе „Электропутере".

РЕФЕРАТЫ, стр. 431

INHALTSVERZEICHNIS

* * *: **41 Jahre technisch-wissenschaftlichen Fortschritts in der Sowietunion.**

Electrotehnica **6**, (1958) 11. 397

DK 621.319.53 : 621.314.2.001.4

Hortopan Gh. :

Der Stosspannungsgenerator zum Prüfen von Transformatoren.

Electrotehnica **6** (1958) 11, 401

Man entwickelt eine Berechnungsmethode zur Feststellung der zeitlichen Stosspannungsänderung an den Transformatorklemmen in Abhängigkeit der Konstanten des Stosspanungsgenerators und der Kennzifern des zu prüfenden Transformators. Es wird gezeigt dass die äquivalente Induktion des Transformators nicht mit der Streuinduktion verwechselt werden darf, wobei die Berechnungsart angegeben wird. Die aufgenommenen Oszilogramme bestätigen die Richtigkeit der theoretischen Betrachtungen.

DK 621.313·323 : 621.316.1.016.313

Pololea E. :

Die Synchronmaschine mit ausgeprägten Polen als unsymmetrisches Element der elektrischen Netze.

Electrotehnica **6** (1958) 11, 407

Der Aufsatz enthält den Versuch einer synthetischen, systematischen Darstellung der Probleme, die im Zusammenhang mit dem unsymmetrischen Betrieb mit sinchronmaschinen mit ausgeprägten Polen stehen. Es werden die Schätzungen gezeigt, welche die Anwendung der Methode der symmetrischen Komponenten beim Studium dieses Problems miteinschliessen.

DK 628.971.7 : 79.093.5

Militaru, P. u. *Schapira, W.* :

Die Montage de Beleuchtungsanlage auf dem Bukarester Stadion „Republica" und die ersten Betriebsergebnisse.

Electrotehnica **6** (1958) 11, 416

Der Aufsatz beschreibt die praktische Verwirklichung der Beleuchtungsanlage auf dem Bukarester Stadion „Republica", deren Projekt in einem früheren Hefte besprochen wurde. Es werden die Aufstellung der Metallmaste, die Montage und Regelung der Scheinwerfer sowie die Ausführung der Stromversorgungsanlage ausführlich erörtert. Schliesslich werden die ersten Betriebsergebnisse angegeben.

DK 621.312 (R)

Máthé, B. :

Aus der Versuchstätigkeit des Werkes „Electroputere"

Electrotehnica **6** (1958) 11, 426

Der Aufsatz zeigt den Entwicklungsweg der Versuchstätigkeit im Werke „Electroputere" — Craiova im Allgemeinen und gibt dann einige Spezialfälle bzgl. der Tätigkeit auf dem Gebiete der Versuchsforschung an.

KÖNYVTÁR·ORSZÁGOS·1883

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 6 nr. 11 București, noiembrie 1958

41 DE ANI DE PROGRES TEHNICO-ȘTIINȚIFIC IN UNIUNEA SOVIETICĂ

Epoca de prefaceri sociale mari și hotărîtoare pentru mersul viitor al istoriei lumii, pe care o trăim, e caracterizată printr-o dezvoltare fără precedent a tehnicii în toate ramurile de producție ale economiei naționale.

Unul dintre firele directoare în dezvoltarea economiei, pe care l-am desprins din experiența Uniunii Sovietice, îl constituie directiva de dezvoltare cu precădere a industriei grele, producătoare de mijloace de producție (ca mașini-unelte și alt utilaj), metalurgice, extractive, față de producția de obiecte de consum, ca mijloc principal pentru a asigura progresul tehnic și reproducția lărgită în toate ramurile economiei naționale și, prin aceasta, ridicarea generală a nivelului de trai.

De decenii, Uniunea Sovietică a urmărit și urmărește cu perseverență traducerea în faptă a acestei idei. Ajunge să amintim că și în prezent, după un timp îndelungat de dezvoltare în acest sens, la Stalinsk și Karaganda se construiesc uzine metalurgice gigantice, care vor spori producția anuală de fontă a Uniunii cu 4,5 milioane de tone. Uniunea Sovietică sporește producția de cupru, plumb și aluminiu pentru noile centrale electrice și cea de metale de aliere, pentru producția de oțeluri aliate și aliaje refractare, pentru turbinele de abur moderne, de care au nevoie aceste centrale. Actualmente, Uniunea Sovietică trece la mărirea ponderii combustibililor clasici lichizi și gazoși în bilanțul ei energetic, față de cărbunii care sînt mai scumpi — și trece la dezvoltarea producției de cărbuni cocsificabili și energeticii din răsăritul țării, unde ei sînt mai ieftini.

În al doilea rînd, am desprins din experiența Uniunii Sovietice mijloacele principale care servesc la grăbirea creșterii producției industriale. *Ele sînt: mecanizarea complexă a operațiilor grele și care necesită un volum mare de muncă, automatizarea, electrificarea și folosirea integrală a resurselor de materii prime și energie.*

Mecanizarea complexă *liberează pe muncitorul industrial de munca fizică grea, iar* automatizarea *duce la eliminarea intervenției lui în procesul de fabricație, lăsîndu-numai rolul de a pune la punct utilajul și a ține sub observație funcționarea lui în procesele tehnologice. Prin* mecanizarea complexă și automatizarea agregatelor și operațiilor izolate, *a crescut masiv producția industrială sovietică. De unde în anul 1913 Rusia Țaristă participa cu 2,6% la producția industrială mondială, în anul 1955, Uniunea Sovietică a participat cu 20% la volumul producției industriale mondiale. În ultimii 40 de ani, volumul producției industriale a țării a crescut de 33 de ori, iar producția de energie electrică a crescut de peste 100 ori față de perioada de dinainte de revoluție. În acest timp, productivitatea muncii în industrie a crescut de 10 ori. Numai după cel de al doilea război mondial, ea a crescut de 2,3 ori. În anul 1960, producția industrială sovietică va fi de trei ori mai mare decît cea din 1950 și de 5,3 ori mai mare decît cea din 1940. Numai în cel de al șaselea cincinal, adică în intervalul 1956—1960, producția industrială totală va crește cu 35%, creșterea fiind reprezentată cu precădere de sectorul industriei grele: siderurgia, metalurgia neferoaselor, petrolul, extracția de cărbune, centralele electrice și construcția de mașini. Astfel, Uniunea Sovietică deține primul loc în ritmul mediu anual de creștere a producției industriale și a depășit țările capitaliste dezvoltate în producția de minereu de fier, cărbune, fontă, țiței, oțel, lînă și țesături.*

Sub ochii noștri, se trece în Uniunea Sovietică la automatizarea proceselor tehnologice, *în special a celor* chimice, *la* automatizarea centralelor electrice *și a unor* întreprinderi întregi. *S-a construit un sistem de autoreglare automată a proceselor de producție. S-au terminat experiențele cu un mecanic de locomotivă automat, care conduce un tren după un plan indicat în prealabil, fără intervenția ulterioară a omului. Se lucrează la proiectarea și execuția a numeroase linii tehnologice automate pentru prelucrarea metalelor și lemnului. La cascada Ordjonikidze, în cadrul sistemului Uzbekenergo, trei oameni pe schimb comandă dintr-un singur loc patru centrale hidroelectrice automatizate. S-a recunoscut că automatizarea are astăzi pentru Uniunea Sovietică o importanță egală cu aceea pe care a avut-o după anul 1920 planul de electrificare GOELRO. Se știe că o sumă investită în automatizare asigură economisirea unei sume de 1—15 ori mai mari la construcțiile capitale. Potrivit cu funcțiunile esențiale ale economiei socialiste, automatizarea se folosește pentru crearea de belșug de produse, pentru scurtarea zilei de muncă și ridicarea nivelului de trai al poporului.*

Insistăm mai mult asupra domeniului electrificării. *Puterea centralelor termoelectrice va crește numai în actualul cincinal de 2,2 ori, iar puterea centralelor hidroelectrice, de 2,7 ori. Cu toate construcțiile de mari centrale hidroelectrice, începute în cel de al treilea deceniu al secolului nostru, se utilizează totuși actualmente în Uniunea Sovietică numai circa 2% din resursele hidraulice ale țării. Aceasta arată marile posibilități pe care le mai are Uniunea Sovietică în acest domeniu. Centralele hidroelectrice sînt de cea mai mare importanță, fiindcă folosesc o sursă de energie care este practic inepuizabilă; ele economisesc anual cantități enorme de combustibil. Ajunge să amintim că numai centrala de la Kuibîșev economisește anual 5,5 milioane tone de combustibil convențional. Lucrări importante sînt în curs pentru construcția centralei hidroelectrice de la Stalingrad, ale cărei grupuri*

generatoare, de cîte 105 000 kW vor fi puse treptat în funcțiune, începînd cu acest an și pînă în 1961. Se valorifică și cascada Kama-Volga, prin construcția centralei de la Votkinsk, iar în 1963, a celei de la Saratov, urmată de construcția centralelor de la Ceboksari și de pe Kama inferioară. Pe Nipru sînt în toi lucrările la centralele hidroelectrice de la Kremenciug și Dniepordzerjinsk, iar pe rîul Niemen se construiesc centrale cu o putere de aproximativ 500 000 kW. Se construiesc numeroase hidrocentrale în Armenia și Gruzia. În anul viitor se vor construi în Estul Uniunii Sovietice, în regiunea Angara — Eniseisk, pe lîngă centralele mari de la Bratsk și Krasnoiarsk, pe rîul Enisei, o centrală de 6 milioane kW, iar pe rîul Angara, la Ust — Ilinsk, una de 3 milioane kW.

Pentru transportul și distribuția energiei, Uniunea Sovietică are nevoie de un sistem energetic unic, la a cărei realizare se trece treptat. Actualmente, în partea europeană a Uniunii Sovietice este în curs de construire — și se va termina în 6—7 ani — sistemul energetic al acestei părți a țării prin racordarea centralelor Kuibișev și Stalingrad la cele trei sisteme existente actualmente (sistemele Central, de Sud și Ural), prin linii de aproximativ 400 kV, cu o putere de circa 50 milioane kW. În Transcaucazia, pe linii de 110 și 220 kV, se vor interconecta sistemele energetice actuale din Armenia, Gruzia și Azerbaidjan. În Siberia se vor creia două sisteme energetice, care vor avea în total 20 milioane kW. Prin interconectarea tuturor acestor sisteme, se va creia în faza finală sistemul unic al Uniunii Sovietice; el va fi cel mai puternic din lume.

Secolul trecut a fost epoca aburului. Prima jumătate a secolului nostru a fost epoca electricității. Sub ochii noștri, omenirea pășește în epoca energiei nucleare și a automatizării, care prezintă posibilități practic nelimitate de dezvoltare a forțelor de producție. După ce prin centrala ei electrică folosind energie nucleară, de 5 000 kW, Uniunea Sovietică a inaugurat folosirea pașnică a energiei nucleare, ea a dezvoltat tehnica construcției centralelor electrice bazate pe reactoare nucleare cu neutroni termici — și construiește actualmente o astfel de centrală de 420 MW; de asemenea, a terminat construcția unui spărgător de gheață care folosește energia unui astfel de reactor. Ea construiește o centrală electrică mobilă cu astfel de reactoare nucleare, cu o putere de 2 000 kW, folosibilă pe șantierele industriale care nu dispun de surse clasice de energie; a construit o centrală electrică în care reactorul reproduce combustibilul nuclear consumat; a pus în funcțiune un reactor cu neutroni rapizi, de 5 000 kW, care folosește plutoniul drept combustibil nuclear — și proiectează actualmente centrale de zeci și sute de mii de kW, cu astfel de reactoare. De asemenea, a construit instalații nucleare mari și studiază un reactor termonuclear compact, bazat pe deuteriu și tritiu, care să poată fi folosit pe nave.

Se înțelege că dezvoltarea rapidă și multilaterală a economiei naționale nu este posibilă fără grăbirea progresului tehnic și fără sporirea considerabilă a productivității muncii în toate sectoarele, inclusiv în cel agricol. La rîndul său, progresul tehnic nu este posibil fără schimbul de experiență înaintată în producție și fără schimbul de realizări tehnico-economice; acesta este însă liber în Uniunea Sovietică, ca și în toate țările socialiste. El nu este posibil fără sprijinirea tehnicii pe științele naturii. De aceea, Uniunea Sovietică a acordat o atenție deosebită pregătirii de cadre de înaltă calificare, prin dezvoltarea și ridicarea nivelului învățămîntului de toate gradele. Ea cheltuiește pe cincinal sume care depășesc multe miliarde de ruble pentru dezvoltarea învățămîntului superior și acordă burse la 80—90% din studenți. Printre cei 14 000 de studenți străini, care studiază anual în Uniune, s-au găsit și se găsesc numeroși fii ai țării noastre; avem astăzi numeroși specialiști formați în Uniunea Sovietică. Bazați pe experiența Uniunii Sovietice, am făcut și în țara noastră așezarea pe baze noi a învățămîntului prin reforma de acum zece ani, acordînd învățămîntului tehnic dezvoltarea și importanța pe care le are acest învățămînt, potrivit cu rolul pe care îl are pentru producție.

Uniunea Sovietică a acordat o atenție specială acordurilor pentru schimburi culturale și științifice, care promovează progresul în aceste domenii. În Uniunea Sovietică se editează anual mii de titluri de autori străini. Oamenii de cultură și artă sovietici vizitează anual zeci de țări și primesc colegi din tot atîtea țări, printre care și oameni de artă și știință din țara noastră. Din inițiativa Academiei de Științe a U.R.S.S., Uniunea Sovietică e vizitată anual de cîteva mii de oameni de știință străini, iar din inițiativa Ministerului Învățămîntului, de multe sute de profesori de învățămînt superior din străinătate, printre care numeroși romîni.

Ca urmare a pregătirii de cadre de înaltă calificare, a schimbului de experiență care se poate dezvolta liber, Uniunea Sovietică a înregistrat în ultimul timp succese științifice și tehnice de importanță capitală.

Aceste domenii se dezvoltă cel mai armonios, cînd se dezvoltă împreună. În adevăr, fiecare progres al producției este un stimulent pentru știință, punîndu-i mereu probleme și sarcini noi, deși nu toate ramurile științei au o influență nemijlocită asupra tehnicii. Noi insistăm în principal asupra unor discipline care formează oarecum baza inițială a tehnicii.

Amintim ca exemplu creșterea și dezvoltarea numeroaselor domenii ale matematicii, care exercită o influență puternică asupra tehnicii prin dezvoltarea metodelor mecanicii, mai general ale fizicii și ale disciplinelor tehnice de proiectare. În tot cursul dezvoltării sale, Academia rusă și sovietică au constituit unul dintre centrele cele mai puternice pentru dezvoltarea gîndirii matematice. Lucrările eminenților matematicieni ruși din secolul al 19-lea, Ostrogradsky și Cebîșev, au lăsat urme adînci în știința mondială. Deși cu o oarecare întîrziere, lucrările lui Lobacevski se bucură astăzi de o recunoaștere universală în legătură cu problemele ridicate de teoria relativității generale. În lucrările savanților sovietici, teoria numerelor, a funcțiunilor, a probabilităților, topologia etc., au găsit o dezvoltare strălucită.

De foarte mare importanță pentru problemele numeroase ale fizicii și tehnicii sînt realizările sovietice în domeniul ecuațiilor diferențiale. Rezultate importante au fost obținute în domeniul teoriei funcțiunilor, de școala creată de I. I. Luzin. A fost creată o orientare nouă în teoria funcțiunilor de variabilă complexă, care a găsit o aplicație foarte importantă în domeniul curgerii fluidelor în jet.

Noile metode, create de Vinogradov, în legătură cu teoria numerelor, au permis să se găsească soluția pentru renumita problemă a lui Goldbach. Metodele topologice ale savanților sovietici se aplică în diferite domenii ale matematicii și în deosebi la teoria ecuațiilor diferențiale.

Pe lîngă realizările în domeniile clasice ale matematicii, se dezvoltă în ultimii zeci ani metodele axiomatice și teoretico-funcționale ale matematicii, care au creat orientări noi. Sinteza dintre teoriile clasice și aceste metode noi a modificat complet aspectul a numeroase domenii, ca teoria probabilităților, algebra, topologia etc.

Un avînt puternic au cunoscut domenii noi și importante ale matematicii, ca teoria operatorilor și logica matematică. Alături de teoria ecuațiilor diferențiale și de teoria probabilităților, teoria operatorilor constituie astăzi un instrument de bază în studiul fizicii.

Folosirea energiei nucleare în scopuri pașnice, dezvoltarea reglării automate, a tehnicii și aviației cu reacție, a constituit un imbold puternic pentru dezvoltarea a numeroase ramuri ale științei și tehnicii, punînd matematicii probleme principial noi. Matematicienii sovietici dezvoltă cu succes teoria informațiilor, a mașinilor electronice de calcul, cum și logica matematică. Au fost create mașini rapide de calcul, care deschid o eră nouă în știință și tehnică, schimbînd profund posibilitățile planificării economiei naționale.

Mecanica, sprijinindu-se în dezvoltarea ei pe succesele matematicii, a dat naștere unor discipline noi care sînt strîns legate de tehnică și condiționează progresul ei rapid. Aceasta rezultă din exemplul aviației și tehnicii rachetelor, strîns legate de realizările și cercetările științifice în domeniul aerohidrodinamicii.

Se știe că Jukovski a dat o teorie a curgerii unui fluid incompresibil în jurul unui profil, calculînd forța elicei de avion. Lucrările sale constituie prima bază teoretică pentru proiectarea avionului. Teoria jetului de gaz, creată de Ciaplîghin, a contribuit într-o deosebită măsură în lămurirea problemelor zborului cu viteze supersonice.

Dezvoltarea impetuoasă a teoriei rachetelor este de negîndit fără aportul lui Constantin Țiolkovski. Moștenirea lui științifică este continuată cu succes și dezvoltată de către cercetătorii sovietici. Avioanele cu reacție TU sînt cunoscute în toată lumea. O etapă nouă a fost deschisă cu crearea rachetelor balistice intercontinentale, în care Uniunea Sovietică deține întîietatea. Pe aceiași linie se situiază crearea și lansarea primilor sateliți artificiali ai pămîntului, cu o greutate care depășește de sute de ori greutatea sateliților artificiali lansați de S.U.A. Anul acesta, tot în cadrul contribuției sale la anul geofizic internațional, Uniunea Sovietică a lansat o rachetă geofizică de aproape 1 700 kg, cu o singură treaptă, care a atins altitudinea de 450 km și a revenit la sol; ea avea într-un container doi cîini, fiind echipată cu aparate pentru măsuri în straturile superioare ale atmosferei și pentru studiul prin cinematografiere al comportării animalelor, operații de cercetare în vederea cunoașterii posibilităților de navigație cosmică.

În aceste domenii noi de cercetare, vom beneficia de asemenea de experiența și rezultatele de pînă acum, pe măsură ce acestea vor părăsi faza de pionierat.

În teoria mecanismelor și mașinilor se utilizează în special lucrările acad. Artobolevski, Burevici, Levițki și Rețetov. În problemele sudurii, trebuie să reamintim că sudura este o invenție rusească, la fel ca primele perfecționări și dezvoltări ale tehnicii ei. În Institutul de Sudură din Kiev al Academiei de Științe Ucrainiene, s-a perfecționat și introdus în industrie sudarea cu arcul electric arzînd sub strat de flux, metoda de sudare în baie de zgură, și s-a pus la punct tehnologia sudurii pe verticală și sub strat de flux. În Institutul de Metalurgie din Moscova al Academiei de Științe al U.R.S.S., prof. Rîkalin a elaborat o teorie a proceselor termice la sudarea cu arcul electric și elaborează o teorie a sudării prin contact și cu flacără oxiacetilenică. În domeniul utilajului, amintesc contribuția oamenilor de știință sovietici în dezvoltarea sudării cu arcul electric în curent alternativ și a sudării la rece. Ei au obținut rezultate valoroase privitoare la încluziunile nemetalice din metalul depus prin sudarea sub flux, cum și privitoare la coroziunea intercristalină a oțelurilor austenitice. Rezultate importante au fost obținute de Kabanov în domeniul sudării prin topire intermediară, în mediu gazos protector, a țevilor de secțiune mare. S-a introdus turnarea continuă a oțelurilor elaborate în cantități masive, calmate și necalmate, simple și slab aliate. S-au pus la punct procedee de elaborare a oțelului în convertizoare, cu utilizarea oxigenului.

În domeniul laminării oțelului s-au obținut măriri ale productivității prin mărirea vitezei de laminare și ridicarea temperaturii lingourilor; în ultimii ani s-a introdus producția în masă a profilelor periodice pentru armături din oțel cu rezistență mare.

În domeniul tratamentelor termice, prin introducerea utilajelor perfecționate pentru efectuarea operațiilor în atmosferă controlată, prin controlul și reglarea automată a parametrilor și introducerea operațiilor de tratament termic în circuitul normal al producției uzinelor constructoare de mașini, s-a obținut o creștere sensibilă a calității produselor și a productivității muncii.

În domeniul motoarelor cu ardere internă, realizările cercetărilor sovietice se reflectă în mod deosebit în industria de motoare și autovehicule. Motoarele mari, cu aprindere prin compresie, cu combustibil greu, au fost trecute pe supraalimentare cu turbine de gaze, iar în direcția motoarelor de tractor, industria sovietică a realizat construcții robuste.

Fizica ocupă în științele naturii un loc deosebit. Ea exercită o influență extrem de puternică asupra tuturor ramurilor acesteia. Deși fizica se mîndrește cu savanții ruși ca Lomonosov, Stoletov, Umov, Lebedev ș. a., este incontestabil că abia sub orînduirea sovietică această ramură a științei a găsit o înflorire deosebită. Fizica teoretică sovietică a luat o dezvoltare largă dînd rezultate importante ca: elaborarea bazelor teoriei cuantice a cîmpului, metoda funcționalelor, idei noi în domeniul teoriei relativității, crearea modelului „de picătură" al nucleului. În primii ani ai orînduirii sovietice, optica a găsit o dezvoltare deosebit de vastă. Lucrările lui Mandelstam și Landsberg, o dată cu cercetările lui Raman din India au dus la descoperirea efectului Raman.

Rezultate importante au avut cercetările din domeniul spectroscopiei spectrelor de emisie atomice.

Au fost create metode noi și s-au realizat descoperiri importante în domeniul spectrelor de linie, de absorbție, ale cristalelor. Vavilov și școala sa au creat metode noi și au cercetat fenomenele luminiscenței elaborînd legile de bază ale acesteia. Ca o urmare practică a acestor cercetări a fost creat iluminatul luminiscent.

Una dintre realizările epocale ale fizicii sovietice o constituie descoperirea efectului Cerenkov. Teoria acestui efect care constă în radiația electronului care are o viteză ce depășește viteza de fază a luminii în mediul respectiv, a adus recent premiul Nobel pentru savanții sovietici, Cerenkov, Tamm și Frank.

Fizica sovietică a cunoscut un imbold puternic datorită cercetărilor lui A. F. Ioffe și școala sa în domeniul fizicii solidelor.

Continuînd minunata tradiție a cercetărilor cristalografice realizate de S. E. Fedorov, cristalografii sovietici au adus un aport important în teoria simetriei. S-au realizat cercetări noi în domeniul substanțelor amorfe și macromoleculare. Lucrările în legătură cu fenomenul de coalescență a cristalelor de cuarț, corindon, rubin, sarea Seignette etc., au asigurat dezvoltarea unor ramuri noi ale tehnicii. O deosebită importanță au cercetările semiconductorilor inițiate de A. F. Ioffe și școala sa.

Dezvoltarea continuă a teoriei și a studiului experimental al semiconductorilor a fost desăvîrșită prin crearea diodelor și triodelor pe bază de semiconductori, care constituie astăzi o parte integrantă și indispensabilă a instalațiilor radiotehnice, a mașinilor electronice de calcul, a instalațiilor de automatizare. Pe baza teoriei moderne a semiconductorilor, au fost create noile celule fotoelectrice, elemente termoelectrice.

Succese importante au obținut savanții sovietici în domeniul feromagnetismului; unul dintre centrele importante pentru aceste cercetări îl constituie astăzi filiala Academiei de Științe U.R.S.S. din Sverdlovsk, regiunea Ural. Un fenomen remarcabil — rezonanța paramagnetică — a fost descoperită pentru prima oară de fizicianul E. K. Zavoiski, din orașul Kazan. Această descoperire găsește aplicare în fizica nucleară, în chimie și biologie.

În domeniul fizicii temperaturilor joase se duc cercetări importante la Moscova și Harkov. Cercetările efectuate de savantul P. L. Kapitza în domeniul heliului lichid au dus la descoperirea unui fenomen important: suprafluiditatea heliului II. O amploare mare a luat studiul supraconductibilității metalelor și aliajelor.

Succesele savanților sovietici în domeniul tuburilor electronice puternice au asigurat Uniunii Sovietice întîietatea în construcția marilor posturi de radiofonie. În 1932, sub conducerea lui M. A. Bonci-Bruievici a fost creat cel mai puternic post de radiotelefonie al timpului său. De atunci, această întîietate nu a fost întrecută de nici o țară din lume.

Studiul propagării undelor radiofonice a găsit un imbold puternic în Uniunea Sovietică. A fost efectuat un circuit mare de lucrări în legătură cu studiul propagării microundelor și a undelor ultrascurte. În această direcție sînt eminente lucrările efectuate de Mandelstam și Papalexi.

Începînd de la cel de al treilea deceniu, au fost puse bazele radiolocației în U. R. S. S. Dezvoltarea acestei științe a mers în U.R.S.S. pe căi proprii, unde au fost create construcții originale de generatoare de înaltă frecvență. Radiolocația a introdus în radiotehnică metodele impulsiilor.

În centrul atenției radiotehnicii moderne se află teoria informațiilor, teoria eliminării paraziților etc.

Am mai amintit despre importanța enormă pentru cercetările științifice a descoperirii rezonanței feromagnetice. Una dintre realizările cele mai importante ale

ținerei științe — radiospectroscopia — o constituie crearea și studiul generatorului molecular. Principiile pe care se bazează acest generator vor avea, fără îndoială, o influență revoluționară asupra radiotehnicii și a domeniilor înrudite.

Oricît de mari ar fi succesele în aceste domenii ale fizicii, importanța de bază pentru progresele fizicii îl are studiul nucleului atomic. Tocmai fizicii nucleare îi este dat să dețină rolul decisiv în mărirea puterii omului la cucerirea științei.

O importanță deosebită pentru dezvoltarea ideilor noastre asupra nucleului atomic au avut lucrările lui I. A. Frenkel asupra modelului de „picătură" al nucleului.

Fizicianul I. E. Tamm a elaborat pentru prima oară teoria forțelor nucleare de schimb. Ideile de bază ale acestei teorii constituie astăzi un fir conducător în dezvoltarea teoriei anumitor forțe importante în fenomenele microfizice.

O etapă principală nouă în dezvoltarea fizicii nucleare a început în anul 1933, cînd a fost creat primul accelerator de particule încărcate și cînd a fost descoperit neutronul. Această descoperire a dus la impulsionarea cercetărilor în legătură cu reacțiile nucleare ce au loc sub acțiunea neutronilor.

Știința și tehnica sovietică au creat principii noi de accelerare a particulelor elementare, de proiectare a puternicelor acceleratoare. Metodele de accelerare cunoscute pînă în 1945 nu au permis să se realizeze o accelerare mai mare de 10 MeV. Pe de altă parte, pentru pătrunderea în lumea nucleului la obținerea de date noi asupra naturii forțelor nucleare, trebuia să se realizeze o creștere a energiei particulelor. La soluționarea acestor probleme au lucrat savanții din întreaga lume. Problema a fost rezolvată de V. I. Wexler. Pe baza studiilor sale, a fost construit cel mai mare accelerator de protoni din lume, care realizează o energie de 10 miliarde eV. Sînt în curs de proiectare acceleratoare și mai puternice.

Studiul razelor cosmice este de un deosebit interes pentru fizica teoretică și cea nucleară. Din ce în ce mai mult se studiază procesele ce au loc la energii și mai mari și care încă nu pot fi realizate în acceleratoare de particule. Numărul exemplelor care mai pot fi date e uriaș.

De curînd au fost date publicității tezele raportului pe care-l va prezenta la Congresul al XXI-lea al P.C.U.S., tov. Nichita Hruşciov: „Cifrele de control ale dezvoltării economiei naționale a U.R.S.S. pe anii 1959—1965". Aceste cifre fac parte din planul de perspectivă pe următorii 15 ani. Sarcina principală a acestui plan este avîntul neîntrerupt al tuturor ramurilor economiei naționale a U.R.S.S. pe baza orientării înspre dezvoltarea pașnică a economiei și ridicarea nivelului de trai și bunei stări a poporului.

În această etapă hotărîtoare de întrecere cu lumea capitalistă va fi îndeplinită sarcina istorică de a întrece cele mai dezvoltate țări capitaliste în ce privește producția pe cap de locuitor.

Cifrele de control pe anii 1959—1965 prevăd: un ritm ridicat în dezvoltarea economiei naționale, sporirea însemnată a producției de metale feroase și neferoase, dezvoltarea accelerată a industriei chimice, schimbarea structurii balanței combustibilului prin dezvoltarea cu precădere a producției de petrol și gaze; dezvoltarea vertiginoasă a electrificării tuturor ramurilor economiei naționale prin construcția de mari termocentrale, trecerea la transportul feroviar electrificat și la tracțiunea cu locomotive Diesel, avîntul continuu al agriculturii, al construcției de locuințe etc. În următoarea perioadă de șapte ani se va acorda o atenție deosebită valorificării bogățiilor naturale din regiunile răsăritene ale U.R.S.S. Producția globală a industriei va crește în 1965 aproximativ cu 80% față de 1958, din care producția mijloacelor de producție cu 85—88% iar producția bunurilor de larg consum cu 62—65%.

În această perioadă de șapte ani se va înfăptui ideea lui Lenin cu privire la electrificarea completă a U.R.S.S. În 1965 producția de energie electrică va crește la 500—520 milioane MWh, adică de peste de două ori față de 1958. Puterea instalată a centralelor electrice se va dubla de asemenea. Construirea cu precădere a termocentralelor va permite ca prin reducerea investițiilor din construcțiile hidroenergetice să crească puterea centralelor puse în funcțiune cu aproximativ 10 milioane kW. Vor fi de asemenea înfăptuite măsuri importante pentru folosirea energiei atomice în scopuri pașnice. Vor intra în funcțiune noi centrale atomoelectrice.

În 1959—1965 se va fabrica utilaj modern pentru toate ramurile economiei naționale, se vor elabora mașini noi bazate pe ultimele cuceriri ale științei cum sînt cele din domeniul radioelectronicii, supraconductibilitatea, ultrasunetele, izotopii radioactivi, semiconductorii, energia nucleară. Se vor pune în funcțiune peste 1 300 de linii automate.

Problemele de educație comunistă, de învățămînt public de dezvoltare a științei și culturii sînt conturate precis în teze. În prima etapă de șapte ani numărul elevilor din învățămîntul mediu va crește cu 8—10 milioane și se va înfăptui trecerea la învățămîntul general, obligatoriu de 8 ani. În aceeași perioadă vor absolvi institutele de învățămînt superior aproximativ 2 300 000 de specialiști de înaltă calificare.

Se prevede un vast program de cercetări științifice bazat pe concentrarea tuturor forțelor și mijloacelor pentru cercetări teoretice și practice de mare importanță. Eforturile fizicienilor se vor concentra în special asupra studiului razelor cosmice, al reacțiilor termonucleare dirijate, al semiconductorilor etc.

Am insistat mai ales asupra exemplelor electrotehnice și energetice și a altora care au legătură mai directă cu ele. Acest tablou măreț al progresului tehnico-științific trecut și viitor din Uniunea Sovietică e caracteristic noii orînduiri socialiste. El trezește încrederea în forțele creatoare ale omului liber și ne sugerează aspectul pe care îl va avea într-un viitor apropiat și scumpa noastră patrie.

Exemplul și ajutorul Uniunii Sovietice garantează acest viitor luminos.

Generatorul de impuls pentru încercarea transformatoarelor

GHEORGHE HORTOPAN — Bucureşti*)

Încercarea transformatoarelor la impuls de tensiune necesită respectarea unor norme în limitele toleranţelor admise. Abaterile de la forma şi duratele prescrise conduc la modificarea solicitărilor în transformator dacă întrec toleranţele admise. Autorul dezvoltă o metodă de calcul pentru determinarea variaţiei în timp a tensiunii de impuls la bornele transformatorului în funcţie de constantele generatorului de impuls şi de parametrii transformatorului încercat. Lucrarea prezintă o importanţă deosebită în legătură cu introducerea în fabricile constructoare a încercării transformatoarelor la impuls de tensiune.

CZ 621.319.53 : 621.314.2.001.4

Transformatorul posedă, după principiile de coordonare a izolaţiei, nivelul de izolaţie cel mai ridicat. Verificarea acestui nivel este necesară, încă în fabrică, în scopul garantării bunei funcţionări a transformatorului în exploatare. În acest scop transformatorul este supus la încercarea de impuls de tensiune. Nivelele de izolaţie la care se execută încercarea sînt stabilite de norme naţionale, în cîteva ţări, dar şi de recomandările CEI [1]. Pînă în prezent recomandările CEI prevăd nivele pentru încercarea cu undă plină 1/50. Practica din U.R.S.S. [2] prevede încercarea transformatoarelor cu unda plină 1/40 şi undă tăiată după 2—3 μs, iar practica din S.U.A. [3] încercarea la impuls a transformatoarelor cu undă plină 1/40 şi undă tăiată fie la 1 μs fie la 3 μs. În prezent există convingerea unanimă a specialiştilor că transformatoarele de putere şi de măsură trebuie încercate la unda de impuls, după prescripţii în concordanţă cu principiile de coordonare a izolaţiei acceptate.

La noi în ţară încercarea la impuls a transformatoarelor a fost scoasă în primul plan [4] din momentul în care au fost construite primele generatoare de impuls. În fabrică şi la institutele de cercetări a fost introdusă această tehnică de încercare.

Încercarea la impuls de tensiune a transformatoarelor ridică probleme în legătură cu menţinerea frontului undei şi duratei semiamplitudinei undei. Noile propuneri CEI privind forma şi toleranţele admise pentru formă ţin seamă de dificultăţile care există la executarea încercărilor, pentru a menţine forma undei. Astfel noua propunere CEI, nepublicată încă, se referă la o undă 1,2/50 cu toleranţele de ±30% pentru front şi 20% pentru spate.

Importanţa menţinerii parametrilor undei este cunoscută din literatură [5]. Abaterea de la forma prescrisă a undei conduce la modificarea solicitărilor în transformator, atît în ce priveşte izolaţia între spire cît şi în ce priveşte izolaţia principală. Din literatură [6], [7] rezultă că există preocupări susţinute în vederea satisfacerii condiţiilor cerute de prescripţii.

În cele ce urmează se dezvoltă o metodă de calcul pentru determinarea în timp a valorii tensiunii de impuls la bornele transformatorului în funcţie de constantele generatorului de impuls şi de parametrii transformatorului care se încearcă. Se reproduc oscilograme obţinute la încercările experimentale, în vederea stabilirii concordanţei între cercetarea teoretică şi cea experimentală. Lucrarea are scopul de a pune la dispoziţia personalului laboratoarelor de încercări de înaltă tensiune un auxiliar de calcul pentru pregătirea generatorului de impuls înainte de a executa încercările. De asemenea lucrarea serveşte la proiectarea generatoarelor de impuls destinate a încerca transformatoarele. În lucrările cunoscute de autor [6], [7], [8] există indicaţii importante în acest domeniu, dar nu suficient de exacte. Astfel se acceptă că inductanţa echivalentă a transformatorului este inductanţa corespunzătoare măsurării tensiunii de scurtcircuit. Din tratarea teoretică a problemei autorul arată, în lucrarea de faţă, că inductanţa echivalentă a transformatorului se poate deduce din inductanţa de scăpări, fără a se confunda cu aceasta. Diferenţele între cele două valori, cea indicată în literatură şi cea propusă de autor, sînt de ordinul 15—20%. Erorile de calcul care se obţin la determinarea amplitudinii undei de impuls, în cazul cînd nu se evaluează corect inductanţa echivalentă a transformatorului sînt de ordinul 30—50%. În cazul evaluării mai exacte a inductanţei, erorile menţionate sînt de ordinul 3—8%, adică acceptabile.

În ce priveşte valoarea maximă a oscilaţiei negative a undei de impuls se recomandă să nu depăşească 30% din valoarea de vîrf a undei. Autorul arată că amortizarea undei în faza iniţială se determină din constantele circuitului echivalent fără a se ţine cont de pierderile care intervin prin curenţii Foucault, dar în faza amplitudinilor negative trebuie să considerăm şi amortizarea echivalentă a pierderilor prin curenţi Foucault.

Circuitul echivalent. În fig. 1, *a* s-a reprezentat schema echivalentă a ansamblului generator de impuls şi transformator. Capacitatea de impuls C_{ig} este capacitatea obţinută prin conectarea în serie (la schema Marx) a condensatoarelor încărcate în curent continuu, C_s este capacitatea de sarcină a generatorului şi are două valori diferite după cum se consideră fenomenul la timpul $t \approx 0$ sau se consideră fenomenul la un timp mai

*) Conf. Ing *G. Hortopan* este şeful secţiei de curenţi tari din Institutul de Cercetări Electrotehnice.

îndelungat de la amorsarea generatorului. R_1 este rezistența în serie a generatorului care determină în esență, împreună cu C_{ig} și C_s durata frontului undei. R_2 este rezistența derivație care determină în esență, împreună cu C_{ig} durata semiamplitudinii. L este inductanța transformatorului, care trebuie calculată în raport cu conexiunea transformatorului și datele acestuia în timpul încercării.

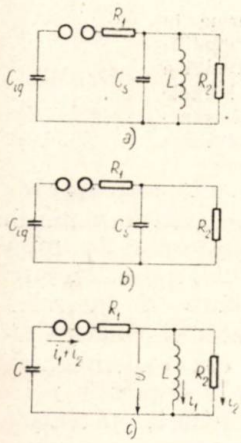


Fig. 1. Schema echivalentă pentru încercarea la impuls de tensiune a transformatorului:
C_{ig} – capacitatea de impuls; C_s – capacitatea de sarcină; R_1 – rezistența serie; R_2 – rezistența derivație; L – inductanța transformatorului; C – capacitatea de calcul. a – schema echivalentă completă; b – schema echivalentă pentru determinarea frontului undei; c – schema echivalentă pentru determinarea duratei semiamplitudinii.

Durata frontului undei. Pentru determinarea duratei frontului undei este valabilă schema echivalentă din fig. 1, *b*. Se observă că, pentru un timp scurt, scurs de la amorsarea generatorului, curentul în faza încercată a transformatorului este practic nul. Din această cauză putem admite că schema din fig. 1, *b* se obține din schema din fig. 1, *a* prin eliminarea inductanței L. Această afirmație se verifică experimental în oscilograma din fig. 2, în care se constată că curentul în faza încercată are valoare nulă pe o durată inițială de circa 5 μs, adică mai mare decît durata frontului cerută de norme, 1,2 μs. Pe aceeași oscilogramă se mai constată un vîrf relativ mic al curentului, care este de natură capacitivă. Schema

Fig. 2. Curentul în faza de 66 kV la un transformator de 6 MVA 66/33/6 kV, cu un bobinaj cilindric. Frecvența de comparație 200 kHz.

echivalentă fiind stabilită, determinarea duratei frontului undei nu constituie o problemă, deoarece această determinare se poate face cu ajutorul uneia din lucrările existente cunoscute [9]. Singura grijă este de a evalua corect capacitatea de sarcină C_s. Această capacitate rezultă din însumarea mai multor capacități conectate în paralel după relația:

$$C_s = C_g + C_e + C_p + C_b + C_{it} \qquad (1)$$

în care s-a notat:

C_g – capacitatea generatorului de impuls;
C_e – capacitatea eclatorului de măsură;
C_p – capacitatea parazită;
C_b – capacitatea bornei de trecere în faza încercată;
C_{it} – capacitatea de impuls a transformatorului.

Capacitatea de impuls a transformatorului C_i reprezintă capacitatea transformatorului calculată la $t = 0$ și $x = 0$, adică în momentul inițial al aplicării undei și la borna de intrare a undei în transformator. Conceptul de capacitate de impuls este cunoscut, iar din calcul [10] această capacitate rezultă:

$$C_{it} = \sqrt{C'K'} \qquad (2)$$

în care s-a notat:

C' – capacitatea totală a înfășurării față de pămînt;
K' – capacitatea între primul și ultimul galet al înfășurării.

Dacă în fig. 1, *b* se cunosc valorile pentru C_{ig} și C_s pe baza literaturii existente [9] se determină valorile pentru R_1 și R_2. Valoarea lui R_2 are influență minimă asupra duratei frontului undei.

Durata semiamplitudinii undei. În fig. 1, *c* se indică circuitul echivalent pentru calculul duratei semiamplitudinii. Acest circuit se obține din circuitul indicat în fig. 1, *a*, prin eliminarea capacității de sarcină C_s. Trebuie menționat că rezistența R_1 este relativ mică în raport cu rezistența R_2 (adică $R_1 < 0{,}1\,R_2$) iar capacitatea C_s este relativ mică față de C_{ig} (adică $C_s < 0{,}1\,C_{ig}$). Pe de altă parte durata încărcării la valoarea maximă a tensiunii a condensatorului C_s este relativ mică (1 μs) față de durata semiamplitudinii undei (40–50 μs). Din motivele expuse se poate neglija capacitatea C_s sau mai bine valoarea acesteia se include în valoarea capacității C din fig. 1, *c*. Notînd cu U valoarea tensiunii de încărcare a capacității C, tensiunea $u(t)$ la bornele transformatorului este:

$$u(t) = \frac{R_2}{R_1 + R_2}\left(\cos \omega_e t - \frac{\delta}{\omega_e} \sin \omega_e t\right) e^{-\delta t}\, U. \qquad (3)$$

În relația (3) s-a notat:

$$\omega_e = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} \qquad (4)$$

$$\omega_0^2 = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)\,LC} \qquad (5)$$

$$\delta = \frac{R_1 R_2\, C + L}{2(R_1 + R_2)\,LC}. \qquad (6)$$

Demonstrația relației (3) este indicată în anexa 1. Practic interesează tensiunea la borna de intrare în transformator după timpul $t = 40$ μs

adică la valoarea admisă prin toleranța de -20%. La acest timp trebuie să se asigure 0,5 U_1, unde U_1 este valoarea maximă a tensiunii înregistrată pe oscilogramă. Cunoscînd coeficientul de utili-

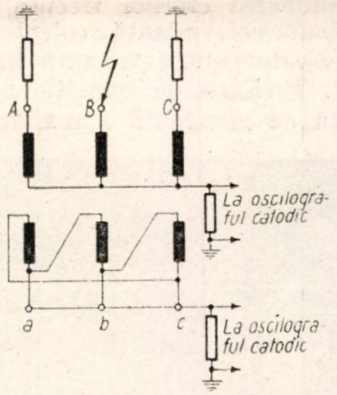


Fig. 3. Schema de conexiuni uzuală la încercarea la impuls a transformatorului.

zare η_u al generatorului de impuls, relația între tensiunea de încărcare U a capacității C_{ig} și valoarea U_1 este :

$$U_1 = \eta_u U \cdot \tag{7}$$

Coeficientul de utilizare se poate calcula cu relațiile cunoscute în literatură [11] :

$$\eta_u = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{C_s}{C_{ig} + C_s} \cdot \tag{8}$$

Schema echivalentă pentru interpretarea relației (8) este indicată în fig. 1, *b*, deoarece valoarea maximă a tensiunii se stabilește după un timp practic apropiat de zero.

Pentru menținerea undei la 0,5 U_1 este necesar să acționăm asupra valorii capacității C_{ig} care influențează perioada de oscilații a undei de tensiune sau asupra rezistenței R_2 care influențează amortizarea oscilației.

Trecerea prin zero a oscilației este dată de relația :

$$\operatorname{tg}\ \omega_e t = \frac{\omega_e}{\delta} \tag{9}$$

iar valoarea maximă negativă a undei este dată de relația :

$$\operatorname{tg}\omega_e t = -\frac{2\delta\omega_e}{\omega_e^2 - \delta^2} \cdot \tag{10}$$

Evaluarea inductanței. Pentru aplicarea relațiilor (3) și (7), o atenție deosebită trebuie acordată evaluării inductanței L din fig. 1, *c*. Valoarea inductanței depinde de conexiunea transformatorului și de neutrul transformatorului, care poate fi conectat sau nu la pămînt. Cazul practic mai des întîlnit este indicat în fig. 3, unde secundarul este scurtcircuitat și conectat la pămînt, iar neutrul este conectat la pămînt. În această situație în mod aparent inductanța de calcul a transformatorului este inductanța de scurtcircuit :

$$L_\sigma = \frac{u_{sc} U_n^2}{100\omega S} \cdot \tag{11}$$

În relația (11) s-a notat :

u_{sc} — tensiunea de scurtcircuit în % ;
U_n — tensiunea nominală a transformatorului ;
S — puterea aparentă a transformatorului ;
ω — pulsația curentului, la care s-a măsurat u_{sc}.

Pentru a determina inductanța transformatorului în mod corect, trebuie să se țină seama de formarea undelor staționare de tensiune și de curent de-a lungul bobinajului supus încercării. Cum durata parcurgerii bobinajului la transformatoarele mari este de ordinul 15—20 μs, după 40 μs este sigur că se formează unde staționare de tensiune și curent [12].

În fig. 4, *a* se indică modul de formare al undelor staționare pentru transformatorul cu neutrul conectat la pămînt, iar în fig. 4, *b* modul de formare al acestor unde pentru neutrul izolat, în cazul cînd în bobinajul transformatorului pătrunde o undă de impuls rectangulară. Fiecărei unde fundamentală sau armonică de tensiune îi corespunde respectiv o undă fundamentală sau o armonică de curent decalată în spațiu și în timp cu 90° electrice.

Imaginile din fig. 4, *a* și *b*, ne servesc la evaluarea inductanței transformatorului, supus încercării la impuls, plecînd de la ideea că $L = \Phi/I$. Se poate observa, din fig. 4, *a* că undele staționare de curent nu au în ansamblul coloanei transformatorului un efect magnetizant, de-

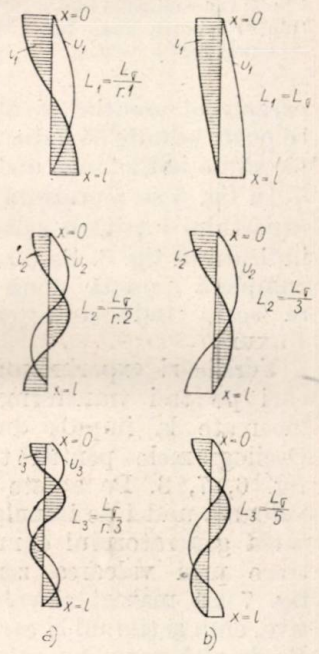


Fig. 4. Formarea undelor staționare de tensiune și curent :
a — neutrul conectat la pămînt ; *b* — neutrul izolat.

oarece amperspirele pozitive alternează cu cele negative în mod simetric. Efectul rezultant este producerea unui flux de dispersie transversal. Evaluarea inductanței pentru fiecare armonică se face în funcție de lungirea liniei de forță magnetică, lungire produsă de apariția dispersiei transversale. Deci pentru situația cu neutrul legat la pămînt este valabilă relația :

$$L_n = \frac{L_\sigma}{rn} \cdot \tag{12}$$

În relația (12) s-a notat :

r — raportul între reluctanța fluxului de dispresie longitudinal și reluctanța fluxului de dispersie transversal ;

n — ordinul armonicei.

Din fig. 4, *b* rezultă că, în cazul neutrului izolat, undele staționare de curent au un efect global mangetizant asupra coloanei transformatorului. Efectul global magnetizant, în cazul conectării bobinajului secundar în scurtcircuit, constă din producerea unui flux de dispersie longitudinal.

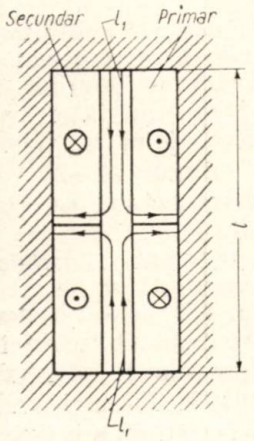


Fig. 5. Determinarea raportului r pentru unda fundamentală $r = 2l_1/l$.

Pentru situația cu neutrul izolat este valabilă relația :

$$L_n = \frac{L_\sigma}{2n-1}. \qquad (13)$$

Ca urmare, pentru a folosi relația (3), este necesar a calcula inductanța transformatorului cu ajutorul relațiilor (12) și (13). Dacă se examinează oscilograma în faza supusă impulsului, din fig. 3, se constată că unda fundamentală imprimă caracterul esențial al alurei. Din această cauză se poate admite că inductanța de calcul din relația (3) să fie inductanța undei fundamentale.

În fig. 5 se reprezintă modul de determinare a raportului r pentru schema de încercare uzuală, indicată în fig. 3. Se poate admite că înfășurarea completă posedă două inductanțe conectate în serie, inductanțe corespunzătoare la două fluxuri.

Verificări experimentale. S-au executat încercări pe trei transformatoare. Acestea au fost încercate la impuls după schema din fig. 3. Oscilogramele pentru tensiuni sînt arătate în fig. 6, 7, 8. Pe aceste oscilograme s-a marcat valoarea undei de impuls după 40 μs de la amorsarea generatorului cum și timpul la care unda trece prin valoarea zero. La oscilograma din fig. 7 s-a marcat și valoarea amplitudinii negative, cum și timpul la care are loc această valoare. Pe de altă parte s-a calculat, cu ajutorul relației (3), valoarea undei de tensiune după 40 μs, timpul de trecere prin zero, timpul de trecere prin maximum negativ, amplitudinea undei negative de tensiune. Un exemplu de calcul este indicat în anexa 2. Datele de calcul sînt indicate în tabela 1, iar comparația între valorile măsurate direct pe oscilograme și cele calculate este făcută în tabela 2.

Din examinarea erorilor trecute în tabela 2 rezultă o bună concordanță a calculului cu oscilogramele ridicate pentru valoarea undei pînă la 40—100 μs. Perioada de oscilație a undei este determinată cu suficientă aproximație. Singura

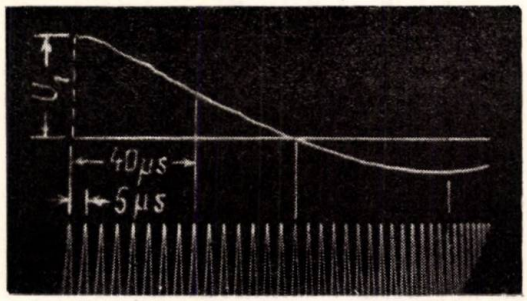


Fig. 6. Oscilograma tensiunii la încercarea la impuls a înfășurării de înaltă tensiune a unui transformator de 6 MVA, 66/33 kV. Valoarea (3 660 Ω) lui R_2 este prea mică.

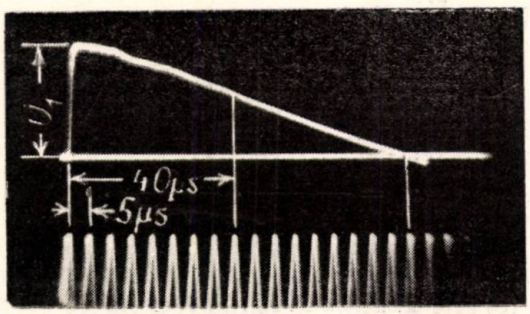


Fig. 7. Oscilograma tensiunii de încercare la impuls a înfășurării de înaltă tensiune a unui transformator de 6 MVA 66/33 kV. Valoarea (7 300 Ω) lui R_2 este potrivită.

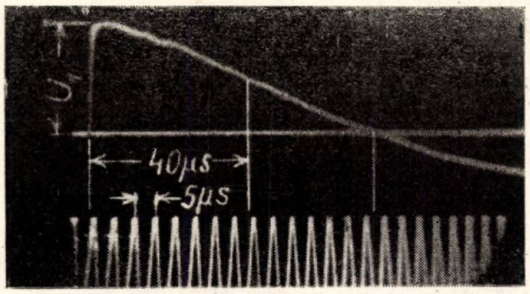


Fig. 8. Oscilograma tensiunii la încercarea la impuls a înfășurării de înaltă tensiune a unui transformator de 5,6 MVA, 60/15 kV.

Datele de calcul *Tabela 1*

Puterea MVA	Tensiuni kV	Conexiuni	Tensiune de scurtcircuit u_{sc} %	L_σ H	L H	C 10^{-6} F	R_1 Ω	R_2 Ω	Oscilograma din fig.
6	66/33	stea/triunghi	8	0,185	0,15	0,0225	370	3 660	6
6	66/33	stea/triunghi	8	0,185	0,15	0,0225	370	7 300	7
5,6	60/15	stea/triunghi	6,9	0,141	0,12	0,0225	270	7 300	8

diferența importantă, de +20,4%, se constată la calculul amplitudinii negative a undei. Această diferență se explică prin amortizarea introdusă de apariția cu întîrziere a pierderilor în fier. La frecvența industrială rezistența echivalentă a pierderilor în fier se determină din încercarea de gol a transformatorului după relația :

$$R \approx \frac{U_n^2}{p_{go}} \qquad (14)$$

În relația (14) s-a notat :

U_n — tensiunea nominală ;
p_{go} — pierderile măsurate la încercarea în gol a transformatorului.

Aplicînd relația (14) pentru un transformator de 6 MVA, 66 kV, cu pierderi în gol de ordinul 20 kW se obține o rezistență echivalentă de 217 000 ohmi.

Tabela 2

Rezultatul comparației valorilor date de calcul și de oscilograme

Oscilograma din fig.	Eroare de timp %		Eroare de amplitudine %	
	la trecerea prin ze.o	la maximum negativ	la 40 μs	la maximum negativ
6	+3,36	+ 5,52	+6,95	+20,4
7	−3,21	—	+2,25	—
8	−0,40	—	+6,80	—

La o frecvență de circa 12 kHz, cît este frecvența de oscilație a tensiunii la faza încercată la impuls, rezistența echivalentă scade considerabil, chiar dacă se consideră numai pierderile prin curenți Foucault, deoarece ciclul Hysterezis nu se închide. Această rezistență are efect de amortizare fiind conectată, în schema echivalentă, în paralel pe inductanța de calcul. Efectul de amortizare se resimte cu întîrziere, din cauza inerției, prezentată de tolă, la magnetizare.

Concluzii

La stabilirea schemei echivalente, pentru încercarea la impuls a transformatorului, indicațiile din literatură prevăd introducerea în schemă a inductanței de scăpări a transformatorului [7], [8]. Autorul propune introducerea unei inductanțe de calcul, care se determină din inductanța de scăpări și datele constructive ale transformatorului. Inductanța de calcul corespunde fluxului produs de unda fundamentală de curent, în procesul de stabilire a undelor staționare la încercarea de impuls. Rezultatele calculului astfel condus sînt în concordanță cu oscilogramele ridicate experimental. Procesul de amortizare datorit pierderilor în fier intervine la atenuarea alternanței negative a undei.

Pe baza relațiilor de calcul propuse se pot alege parametrii generatorului de impuls, după datele fiecărui transformator care se încearcă, pentru a asigura forma undei cerută de norme. De asemenea relațiile de calcul propuse permit proiectarea unui generator de impuls destinat a încerca transformatoare.

ANEXA 1

Deducerea relației (3)

Se consideră schema echivalentă din fig. 1, *c*. Cu notațiile din această figură se aplică legile lui Kirchhoff, ținînd cont că U este tensiunea de încărcare a capacității C și că u este tensiunea la bornele inductanței L și rezistenței R_2

$$U - \frac{1}{C}\int_0^t (i_1 + i_2)\,dt = R_1(i_1 + i_2) + u \qquad (15)$$

$$i_1 = \frac{1}{L}\int_0^t u\,dt \qquad (16)$$

$$i_2 = \frac{u}{R_2}. \qquad (17)$$

Înlocuind valorile lui i_1 și i_2 în relația (15) se obține :

$$\frac{1}{LC}\int_0^t dt \int_0^t u\,dt + \left(\frac{1}{CR_2} + \frac{R_1}{L}\right)\int_0^t u\,dt + \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)u = U. \qquad (18)$$

Aplicăm transformata Laplace (Carson) relației (18)

$$\frac{1}{LCp^2}\mathfrak{L}(u) + \left(\frac{1}{CR_2} + \frac{R_1}{L}\right)\frac{1}{p}\mathfrak{L}(u) + \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)\mathfrak{L}(u) = U. \qquad (19)$$

Relația (19) se mai scrie :

$$\mathfrak{L}(u) = \frac{\dfrac{R_2}{R_1 + R_2}Up^2}{p^2 + \dfrac{R_1R_2C + L}{(R_1 + R_2)}p + \dfrac{R_2}{(R_1 + R_2)LC}}. \qquad (20)$$

Cu notațiile :

$$\delta = \frac{R_1R_2C + L}{2(R_1 + R_2)LC}$$

$$\omega_0^2 = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)LC}$$

$$\omega_e = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$$

în regim oscilant amortizat $\omega_0^2 > \delta^2$, iar relația (20) se scrie :

$$\mathfrak{L}(u) = \frac{\dfrac{R_2}{R_1 + R_2}Up^2}{p^2 + 2\delta p + \omega_0^2}. \qquad (21)$$

Funcția originală este indicată în relația (3).

ANEXA 2

Exemplu de calcul

Se calculează eroarea de timp și de amplitudine, comparînd rezultatele obținute prin calcul, cu ajutorul relațiilor propuse și oscilograma din fig. 6.

Aplicăm relația (11):

$$L_\sigma = \frac{8 \cdot 66^2}{100 \cdot 314 \cdot 6} = 0{,}185 \text{ H},$$

iar din relația (12):

$$L = \frac{0{,}185}{\frac{1\,150}{950}} = 0{,}15 \text{ H}.$$

Datele generatorului de impuls sînt: $R_1 = 370\ \Omega$; $R_2 = 3\,660\ \Omega$; $C = (0{,}0214 + 0{,}0011)\,10^{-6}\,\text{F} = 0{,}0225 \cdot 10^{-6}\,\text{F}$.

Din relația (5) se obține:

$$\omega_0^2 = \frac{3\,660}{(370 + 3\,660)0{,}15 \cdot 0{,}0225 \cdot 10^{-6}} = 2{,}69 \cdot 10^8$$

Aplicăm relația (6):

$$\delta = \frac{370 \cdot 3\,660 \cdot 0{,}0225 \cdot 10^{-6} + 0{,}15}{2(370 + 3660)\,0{,}15 \cdot 0{,}0225 \cdot 10^{-6}} = 0{,}665 \cdot 10^4 = 0{,}441 \cdot 10^8.$$

Din relația (4) se obține:

$$\omega_e = \sqrt{(2{,}69 - 0{,}441)\ 10^8} = 1{,}5 \cdot 10^4.$$

Pentru $t = 40 \cdot 10^{-6}$ s rezultă:

$$e^{-\delta t} = 0{,}767;\ \sin \omega_e t = 0{,}564;\ \cos \omega_e t = 0{,}825.$$

Din relația (3):

$$u = \frac{3\,660}{4\,030}\left(0{,}825 - \frac{0{,}665}{1{,}5}\ 0{,}564\right) 0{,}767\ U = 0{,}392\ U$$

iar din relația (8):

$$\eta_u = \frac{3\,660}{4\,030} \cdot \frac{0{,}0214 \cdot 10^{-6}}{0{,}00229 \cdot 10^{-6}} = 0{,}85$$

$$u = \frac{0{,}392}{0{,}85}\ U_1 = 0{,}46\ U_1.$$

Din oscilograma 6 rezultă $u = 0{,}428\ U_1$. Eroarea este:

$$\varepsilon = \frac{3{,}2}{46}\ 100 = 6{,}95\,\%.$$

Trecerea prin zero a undei are loc pentru:

$$\operatorname{tg} \omega_e t = \frac{1{,}5 \cdot 10^4}{0{,}665 \cdot 10^4} = 2{,}26$$

$$\omega_e t = 66{,}1 \text{ grad. sau } 1{,}155 \text{ rad.}$$

$$t = \frac{1{,}155}{1{,}5 \cdot 10^4} = 77 \cdot 10^{-6}\,\text{s}.$$

Pe oscilograma din fig. 6 se măsoară $t = 74{,}5 \cdot 10^{-6}$ s. Eroarea este:

$$\varepsilon = \frac{2{,}5}{74{,}5}\ 100 = 3{,}36\,\%.$$

Amplitudinea negativă a undei are loc pentru

$$\operatorname{tg} \omega_e t = -\frac{2 \cdot 0{,}665 \cdot 10^4 \cdot 1{,}44 \cdot 10^4}{(2{,}25 - 0{,}441)\ 10^8} = -1{,}17$$

$$\omega_e t = 132 \text{ grad. sau } 2{,}3 \text{ rad.}$$

$$t = \frac{2{,}3}{1{,}5 \cdot 10^4} = 153\ 10^{-6}\,\text{s}.$$

Pe oscilograma din fig. 6 se măsoară $t = 145\ 10^{-6}$ s.

Eroarea este:

$$\varepsilon = \frac{8}{145}\ 100 = 5{,}52\,\%.$$

Valoarea amplitudinii negative se calculează cu relația (3) ținînd seamă că:

$$\sin \omega_e t = 0{,}7457$$

$$\cos \omega_e t = -0{,}666$$

$$e^{-\delta t} = 0{,}36$$

$$u = \frac{3\,660}{4\,030}\left(-0{,}666 - \frac{0{,}665}{1{,}5}\ 0{,}7457\right) 0{,}36\ U = 0{,}325\ U$$

$$u = \frac{0{,}325}{0{,}85}\ U_1 = -0{,}384\ U_1$$

Pe oscilograma din fig. 6 se măsoară $u = -0{,}319\ U_1$. Eroarea este:

$$\varepsilon = \frac{6{,}5}{31{,}9}\ 100 = 20{,}4\,\%.$$

Bibliografie

[1] CEI: Publication 71 Directives pour la coordination de l'isolement. Deuxième édition CEI Genève, 1958.

[2] *Frid, E. S.*: Metodica încercărilor la impuls a transformatorilor. Electricestvo **73** (1953) 3, 22—26.

[3] *Sporn, P.*; *Gross, I.*: A quarter century of experience in insulation co-ordination. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. Power Aparatus and System (1957) 7 April, 58—68.

[4] *Hortopan, Gh.*: Un generator de impuls de tensiune. Electrotehnica **6** (1957) 5, 172—176.

[5] *Froidevaux, I.*; *Rossier, Cl.*: Essais au choc de grands transformateurs: le maintien de la forme de l'onde et son importance. CIGRE 1956 Rap. nr. 118.

[6] *Rivet, G.*: Capacité nécessaire aux générateur de choc pour l'essais de gros transformateurs. Bull. Soc. Franç. Electr. **2** (1952) 16,222—223.

[7] *Lotti, A.*: Sui generatori di tensioni ad impulso per la prova dei transformatori. L'Elettrotecnica **44** (1957) 3 bis, 182—187.

[8] *Wellauer, M.*: Einführung in die Hochspannungstechnik. V. Birkaüser Basel/Stuttgart, 1954.

[9] *Angelini, A. M.*: Nouvelles formules pour les calcules pratiques relatifs aux essais de choc. GIGRE 1950 Rap. nr. 335.

[10] *Hortopan, Gh.*: Observații privind calculul și comanda unui generator de impuls. Electrotehnica **5** (1957) 1, 13—18.

[11] *Gänger, B.*: Auslegung von Stossgeneratoren zum Prüfen von Transformatoren. Elektrotechn. Z —A **75** (1954) 1, 17—20.

[12] *Biermanns, J.*: Hochspannung und Hochleistung. Karl Hanser Verlag, München, 1949.

Mașina sincronă cu poli aparenți, element nesimetric al rețelelor electrice

EUGEN POTOLEA – București *)

Complexitatea fenomenelor care au loc în funcționarea mașinilor sincrone pune probleme pentru rezolvarea cărora s-au scris foarte multe lucrări în ultimul timp. O prezentare de sinteză a unor aspecte a acestor probleme cum și a rezultatelor obținute de cercetători constituie obiectul articolului pe care-l publicăm pentru informarea generală tehnică a inginerilor electricieni care nu lucrează în această specialitate.

CZ 621.313.323 : 621.316.1.016.313

Mașina sincronă cu poli aparenți reprezintă unul din elementele principale ale ansamblului care constituie rețeaua electrică. Studiul celor mai generale regimuri de funcționare ale mașinii este dezvoltat cu multă rigurozitate în lucrările de specialitate care utilizează adesea metodele moderne ale calculului matricial și operațional [9, 13, 16].

Dificultăți deosebite prezintă studiul regimurilor de funcționare ale mașinii considerată în ansamblul rețelei electrice. Aceste dificultăți se datoresc pe de o parte complexității rețelei și pe de altă parte particularității ecuațiilor de funcționare ale mașinii sincrone cu poli aparenți care permit un studiu comod numai dacă sînt raportate la anumite sisteme de coordonate, deosebite de sistemele de coordonate recomandabile pentru studiul celorlalte elemente ale rețelei. În această împrejurare devine util să se încerce alegerea unui sistem de coordonate care aplicat la toate elementele rețelei să conducă la o simplificare acceptabilă a calculelor mai ales în urma introducerii unor aproximații admisibile.

În acest articol se va arăta în ce măsură metoda componentelor simetrice care se aplică comod restului rețelei simetrice permite simplificarea calculului regimurilor de funcționare pentru mașina sincronă cu poli aparenți. Cu ocazia definirii parametrilor caracteristici din metoda componentelor simetrice se stabilesc formulele (42) care permit, printre altele, elaborarea unei metode deosebit de simple pentru determinarea experimentală, fără oscilografiere, a reactanțelor din axa longitudinală X_d și din axa transversală X_q.

1. Ecuațiile de funcționare ale mașinii idealizate

Mașina sincronă este prevăzută în general cu trei înfășurări statorice avînd axele de simetrie a, b, c, și cu una, două sau trei înfășurări rotorice avînd axele de simetrie d, q.

Așa-numita mașină sincronă idealizată prezintă următoarele particularități față de mașina reală:

— Înfășurările statorului sînt astfel dispuse încît forța magnetomotoare rezultantă capătă o repartiție sinusoidală în lungul întrefierului.

— Suprafața statorului se consideră perfect netedă adică se admite că influența crestăturilor poate fi neglijată.

— Circuitele magnetice se consideră nesaturate.

Pentru scrierea ecuațiilor de funcționare se folosește [1, 2, 6, 8] schema din fig. 1 în care sînt indicate sensurile pozitive ale axelor și ale înfășurărilor notate după cum urmează:

a, b, c sînt înfășurările statorice dispuse pe axele fazelor a, b, c;

e_d — înfășurarea de excitație dispusă pe axa longitudinală d a rotorului;

a_d — înfășurarea de amortizare dispusă pe axa longitudinală d a rotorului;

a_q — înfășurarea de amortizare dispusă pe axa transversală q a rotorului.

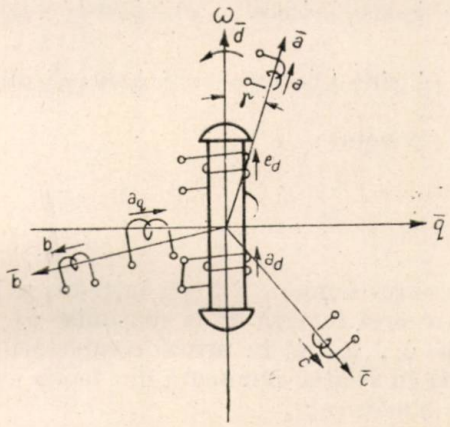


Fig. 1. Alegerea axelor de referință ale mașinii sincrone cu poli aparenți.

Aplicînd legea inducției electromagnetice pentru cele șase circuite electrice ale mașinii se obțin relațiile:

$$\left.\begin{aligned} \frac{d\psi_a}{dt} + Ri_a + u_a &= 0 \\ \frac{d\psi_b}{dt} + Ri_b + u_b &= 0 \\ \frac{d\psi_c}{dt} + Ri_c + u_c &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

$$\left.\begin{aligned} \frac{d\psi_e}{dt} + R_e\, i_e - u_e &= 0 \\ \frac{d\psi_d}{dt} + R_{ad}\, i_{ad} &= 0 \\ \frac{d\psi_q}{dt} + R_{aq}\, i_{aq} &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

în care fluxurile înfășurărilor se exprimă folosind

*) Candidat în științele tehnice *Eugen Potolea* este conferențiar la Institutul Politehnic București.

teoremele lui Maxwell — referitoare la inductivități :

$$\left.\begin{aligned}\psi_a &= L_{aa}i_a + L_{ab}i_b + L_{ac}i_c + L_{ae}i_e + L_{a.ad}\cdot i_{ad} + L_{a.aq}i_{aq}\\ \psi_b &= L_{ba}i_a + L_{bb}i_b + L_{bc}i_c + L_{be}i_e + L_{b.ad}i_{ad} + L_{b.aq}i_{aq}\\ \psi_c &= L_{ca}i_a + L_{cb}\cdot i_b + L_{cc}i_c + L_{ce}i_e + L_{c.ad}\cdot i_{ad} + L_{c.aq}i_{aq}\cdot\end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Relațiile (1) și (2) formează un sistem de ecuații cu ajutorul cărora s-ar putea studia regimurile cele mai generale din înfășurările mașinii sincrone. Studiul efectuat pe această cale este deosebit de laborios date fiind două dificultăți esențiale și anume :

— toate mărimile ce afectează înfășurările statorului sînt mărimi periodice ;

— inductivitățile ce intervin în sistemul (3) nu sînt în general mărimi constante.

Aceste dificultăți pot fi eliminate prin utilizarea așa-numitului sistem de coordonate d, q, o conform căruia procesele electromagnetice din mașină sînt descrise în raport cu axele d, q ale rotorului care se învîrtesc în sens direct cu viteza unghiulară ω.

Se pot obține expresiile fluxurilor raportate la axele d, q proiectînd fluxurile ψ_a, ψ_b, ψ_c, conform fig. 1

$$\left.\begin{aligned}\psi_d &= \frac{2}{3}[\psi_a\cos\gamma + \psi_b\cos(\gamma-\rho) + \psi_c\cos(\gamma+\rho)]\\ \psi_q &= \frac{2}{3}[\psi_a\sin\gamma + \psi_b\sin(\gamma-\rho) + \psi_c\sin(\gamma+\rho)]\end{aligned}\right\} \quad (4)$$

în care s-a notat :

$$\gamma = \omega t$$

$$\rho = \frac{2\pi}{3}\,.$$

Coeficientul numeric 2/3 s-a introdus avînd în vedere trecerea inversă de la mărimile ψ_d, ψ_q la mărimile ψ_a, ψ_b, ψ_c în urma completării sistemului (4) cu relația cunoscută din teoria componentelor simetrice :

$$\psi_0 = \frac{1}{3}(\psi_a + \psi_b + \psi_c) \quad (5)$$

Pe baza relațiilor (4) și (5) se obține :

$$\left.\begin{aligned}\psi_a &= \psi_d\cos\gamma + \psi_q\sin\gamma + \psi_0\\ \psi_b &= \psi_d\cos(\gamma-\rho) + \psi_q\sin(\gamma-\rho) + \psi_0\\ \psi_c &= \psi_d\cos(\gamma+\rho) + \psi_q\sin(\gamma+\rho) + \psi_0.\end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Relații asemănătoare se pot scrie pentru curenți și tensiuni :

$$\left.\begin{aligned}i_a &= i_d\cos\gamma + i_q\sin\gamma + i_0\\ i_b &= i_d\cos(\gamma-\rho) + i_q\sin(\gamma-\rho) + i_0\\ i_c &= i_d\cos(\gamma+\rho) + i_q\sin(\gamma+\rho) + i_0\end{aligned}\right\} \quad (7)$$

$$\left.\begin{aligned}u_a &= u_d\cos\gamma + u_q\sin\gamma + u_0\\ u_b &= u_d\cos(\gamma-\rho) + u_q\sin(\gamma-\rho) + u_0\\ u_c &= u_d\cos(\gamma+\rho) + u_q\sin(\gamma+\rho) + u_0.\end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Introducînd relațiile (6), (7) și (8) în una din ecuațiile sistemului (1), de exemplu în prima, se obține :

$$\frac{d}{dt}(\psi_d\cos\gamma + \psi_q\sin\gamma + \psi_0) + R(i_d\cos\gamma + i_c\sin\gamma + i_0) + u_d\cos\gamma + u_q\sin\gamma + u_0 = 0$$

sau :

$$\left(u_d + Ri_d + \frac{d\psi_d}{dt} + \psi_q\omega\right)\cos\gamma + \left(u_q + Ri_q + \frac{d\psi_q}{dt} - \psi_d\omega\right)\sin\gamma + u_0 + Ri_0 + \frac{d\psi_0}{dt} = 0.$$

Deoarece această relație trebuie să fie satisfăcută independent de poziția rotorului adică independent de unghiul γ rezultă condițiile :

$$\left.\begin{aligned}\frac{d\psi_d}{dt} + \omega\psi_q + Ri_d + u_d &= 0\\ \frac{d\psi_q}{dt} - \omega\psi_d + Ri_q + u_q &= 0\\ \frac{d\psi_0}{dt} + Ri_0 + u_0 &= 0\end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Relațiile (9) au căpătat denumirea de ecuațiile lui Park și Gorev. Dacă la aceste relații (9) se adaugă relațiile (2) se obține un sistem de ecuații cu ajutorul cărora se descriu procesele electromagnetice din mașina sincronă raportată la axele de simetrie ale rotorului. În acest sistem de ecuații fluxurile ψ_d, ψ_q, ψ_0 și ψ_e, ψ_{ad}, ψ_{eq} pot fi exprimate prin relații analoge cu (3) în funcție de curenții și inductivitățile din sistemul d, q, o așa cum se arată în anexa 1 :

$$\left.\begin{aligned}\psi_d &= L_d i_d + M_d i_e + M_d i_{ad}\\ \psi_q &= L_q i_q + M_q i_{aq}\\ \psi_0 &= L_0 i_0\end{aligned}\right\} \quad (10)$$

$$\left.\begin{aligned}\psi_e &= \frac{L_e}{M_d}(\mu_d L_d i_d + M_d i_e + g_1 M_d i_{ad})\\ \psi_{ad} &= \frac{L_{ad}}{M_d}(\mu_d L_d i_d + g_2 M_d i_e + M_d i_{ad})\\ \psi_{aq} &= \frac{L_{eq}}{M_{aq}}(\mu_q L_q i_q + M_q i_{aq})\end{aligned}\right\} \quad (11)$$

Se constată că toate inductivitățile ce intervin în relațiile (10) și (11) sînt mărimi constante, fapt care constituie unul din avantajele esențiale ale sistemului de coordonate d, q, o.

Trebuie observat că la scrierea ecuațiilor (9) s-a presupus că pulsația ω este o mărime constantă. Această ipoteză înseamnă de fapt neglijarea fenomenului tranzitoriu de natură mecanică (pendularea) care are o desfășurare lentă în comparație cu desfășurarea rapidă a proceselor tranzitorii de natură electromagnetică ce apar în diferitele înfășurări ale mașinii.

Folosind relațiile de mai sus se pot obține ecuații pentru studiul în special al proceselor din înfășurările statorice. În acest scop este necesar ca între relațiile (2), (9), (10) și (11) să se elimine mărimile ce caracterizează procesele din rotor.

Aplicînd transformata Laplace relațiilor (9) și (2) se obține:

$$\left.\begin{aligned} &p\bar{\psi}_d + \omega\bar{\psi}_q + R\bar{i}_d + \bar{u}_d = 0\\ &p\bar{\psi}_q - \omega\bar{\psi}_d + R\bar{i}_q + \bar{u}_q = 0\\ &p\bar{\psi}_0 + R\bar{i}_0 + \bar{u}_0 = 0 \end{aligned}\right\} \quad (12)$$

$$\left.\begin{aligned} &p\bar{\psi}_e + R_e\,\bar{i}_e = \bar{u}_e\\ &p\bar{\psi}_{ad} + R_{ad}\,\bar{i}_{ad} = 0\\ &p\bar{\psi}_{aq} + R_{aq}\,\bar{i}_{aq} = 0 \end{aligned}\right\} \quad (13)$$

Introducînd (11) în (13) se obține:

$$\begin{aligned} &p\mu_d L_d \bar{i}_d + M_d\left(\frac{1}{T_e} + p\right)\bar{i}_e + pg_1 M_d' \bar{i}_{ad} = \frac{M_d}{L_e}\bar{u}_e = {}_{el}\\ &p\mu_d L_d \bar{i}_d + pg_2 M_d \bar{i}_e = M_d'\left(\frac{1}{T_{ad}} + p\right)\bar{i}_{ad} = 0 \quad (14)\\ &p\mu_q L_q \bar{i}_q = M_q\left(\frac{1}{T_{cq}} + p\right)\bar{i}_{aq} = 0. \end{aligned}$$

În relațiile (12), (13), (14) și cele care urmează transformata Laplace a unei mărimi se notează, cu mărimea barată:

$$\bar{\psi}_d = \int_0^\infty e^{-pt}\,\psi_d\,dt. \text{ etc.}$$

S-au mai introdus notațiile:

$$T_e = \frac{L_e}{R_e};\quad T_{ad} = \frac{L_{ad}}{R_d};\quad T_{aq} = \frac{L_{aq}}{R_{cq}}. \quad (15)$$

Rezolvînd sistemul (14) în raport cu curenții rotorici $\bar{i}_e$, $\bar{i}_{ad}$, $\bar{i}_{aq}$ și introducînd apoi în relațiile (10), se obține:

$$\left.\begin{aligned} \omega\bar{\psi}_d &= \omega G(p)\,\bar{u}_{cd} + X_d(p)\,\bar{i}_d\\ \omega\bar{\psi}_q &= X_q(p)\,\bar{i}_q\\ \omega\bar{\psi}_0 &= X_0\,\bar{i}_0 \end{aligned}\right\} \quad (16)$$

în care s-a notat:

$$G(p) = \frac{p(1-g_2)\,T_e\,T_{ad} + T_e}{p^2\sigma_d\,T_e T_{ad} + p(T_e + T_{cd}) + 1}$$

$$X_d(p) = X_d\,\frac{p^2\,\sigma_a\,\sigma_d''\,T_{cd} + p(\sigma_d\,T_e + \sigma_d\,T_{ad}) + 1}{p^2\,\sigma_a\,T_e\,T_{ad} + p(T_e + T_{ad}) + 1} \quad (17)$$

$$X_q(p) = X_q\,\frac{p\,\sigma_q\,T_{cq} + 1}{p\,T_{aq} + 1}$$

și

$$X_d = L_d\omega;\quad X_q = L_q\omega;\quad X_0 = \omega L_0$$

$$\sigma_d'' = 1 - \frac{\mu_d + \mu_d' - 2\sqrt{\mu_q\,\mu_d\,\mu_d'}}{1 - \mu_q}$$

Semnificațiile notațiilor din formula 17 rezultă din anexă.

Introducînd relațiile (16) în (12) se obține un sistem de ecuații cu ajutorul cărora se pot studia regimurile cele mai generale de funcționare și se pot determina în mod special mărimile care afectează înfășurările statorului:

$$\left.\begin{aligned} &\left[\frac{p}{\omega}X_d(p) + R\right]\bar{i}_d + X_q(p)\,\bar{i}_q + pG(p)\,\bar{u}_{cd} + \bar{u}_d = 0\\ &-X(p)\,\bar{i}_d + \left[\frac{p}{\omega}X_q(p) + R\right]\bar{i}_q - \omega G(p)\,\bar{u}_{cd} + \bar{u}_q = 0\\ &\left(\frac{p}{\omega}X_0 + R\right)\bar{i}_0 + \bar{u}_0 = 0. \end{aligned}\right\} \quad (18)$$

Mărimile $G(p)$, $X_d(p)$, $X_q(p)$ definite de relațiile (17) poartă numele de operatori ai mașinii sincrone. Ei sînt independenți de regimul de funcționare și de aceea joacă rolul unor parametri caracteristici cu ajutorul cărora poate fi definită mașina sincronă cu poli aparenți.

Sistemul (18) conține trei ecuații și șase necunoscute $\bar{i}_d$, $\bar{i}_q$, $\bar{i}_0$ și $\bar{u}_d$, $\bar{u}_q$, $\bar{u}_0$. Pentru soluționarea sistemului este necesar fie să se facă unele ipoteze asupra variației curenților sau tensiunilor, fie să se țină seama de ecuațiile de funcționare ale consumatorului pe care debitează generatorul studiat. Rezolvarea împreună a ecuațiilor generatorului și consumatorului este în general deosebit de dificilă. Simplificarea soluțiilor se poate obține numai în anumite cazuri particulare și prin alegerea corespunzătoare a coordonatelor.

2. Utilizarea metodei componentelor simetrice

Metoda componentelor simetrice este deosebit de utilă la studiul rețelelor formate din elemente trifazate simetrice deoarece ea permite înlocuirea schemelor trifazate prin scheme echivalente monofazate. În acest scop este necesar ca pentru fiecare element al rețelei să se definească parametrii corespunzători (impedanțe sau admitanțe) care vor interveni în rețelele monofazate de succesiune directă, inversă sau homopolară.

În general ecuațiile de funcționare ale unui element trifazat pot fi scrise sub forma:

$$\begin{aligned} \bar{U}_a &= \bar{Z}_{aa}\,\bar{I}_a + \bar{Z}_{ab}\,\bar{I}_b + \bar{Z}_{ac}\,\bar{I}_c\\ \bar{U}_b &= \bar{Z}_{ba}\,\bar{I}_a + \bar{Z}_{bb}\,\bar{I}_b + \bar{Z}_{bc}\,\bar{I}_c \quad (19)\\ \bar{U}_c &= \bar{Z}_{ca}\,\bar{I}_a + \bar{Z}_{cb}\,\bar{I}_b + \bar{Z}_{cc}\,\bar{I}_c \end{aligned}$$

Ținînd seama de condițiile:

$$\begin{aligned} \bar{Z}_{aa} &= \bar{Z}_{bb} = \bar{Z}_{cc} = \bar{Z}_p\\ \bar{Z}_{ab} &= \bar{Z}_{bc} = \bar{Z}_{ca} = \bar{Z}_m \quad (20)\\ \bar{Z}_{ba} &= \bar{Z}_{cb} = \bar{Z}_{ac} = \bar{Z}_m \end{aligned}$$

și de relațiile din teoria componentelor simetrice :

$$\left.\begin{aligned} \bar{I}_1 &= \frac{1}{3}\left(\bar{I}_a + a\bar{I}_b + a^2\bar{I}_c\right)\\ \bar{I}_2 &= \frac{1}{3}\left(\bar{I}_a + a^2\bar{I}_b + a\bar{I}_c\right)\\ \bar{I}_0 &= \frac{1}{3}\left(\bar{I}_a + \bar{I}_b + \bar{I}_c\right)\end{aligned}\right\} \quad (21)$$

$$\left.\begin{aligned} \bar{U}_1 &= \frac{1}{3}\left(\bar{U}_a + a\bar{U}_b + a^2\bar{U}_c\right)\\ \bar{U}_2 &= \frac{1}{3}\left(\bar{U}_a + a^2\bar{U}_b + a\bar{U}_c\right)\\ \bar{U}_0 &= \frac{1}{3}\left(\bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c\right)\end{aligned}\right\} \quad (22)$$

se obține din (19) :

$$\left.\begin{aligned} \bar{U}_1 &= \bar{Z}_1\bar{I}_1\\ \bar{U}_2 &= \bar{Z}_2\bar{I}_2\\ \bar{U}_0 &= \bar{Z}_0\bar{I}_0\end{aligned}\right\} \quad (23)$$

în care :

$$\left.\begin{aligned} \bar{Z}_1 &= \bar{Z}_p + a\bar{Z}_m + a^2\bar{Z}'_m\\ \bar{Z}_2 &= \bar{Z}_p + a^2\bar{Z}_m + a\bar{Z}'_m\\ \bar{Z}_0 &= \bar{Z}_p + \bar{Z}_m + \bar{Z}'_m\end{aligned}\right\} \quad (24)$$

Din cele de mai sus rezultă că pentru definirea unui element simetric sînt necesari în general trei parametri și anume $\bar{Z}_p$, $\bar{Z}_m$, $\bar{Z}'_m$ sau $\bar{Z}_1$, $\bar{Z}_2$, $\bar{Z}_0$. Ultimii trei parametri definiți cu metoda componentelor simetrice prezintă avantajul că sînt susceptibili de determinări experimentale simple conform relațiilor (23).

Trebuie subliniat că definirea parametrilor $\bar{Z}_1$, $\bar{Z}_2$, $\bar{Z}_0$ este posibilă numai dacă sînt îndeplinite condițiile (20), adică numai dacă elementul considerat este simetric. Reciproc, se poate afirma că elementul studiat este nesimetric dacă nu se pot defini parametrii $\bar{Z}_1$, $\bar{Z}_2$, $\bar{Z}_0$, independenți de regimul de funcționare. Așa este cazul mașinii sincrone cu poli aparenți pentru care nu se pot defini impedanțele $\bar{Z}_1$, $\bar{Z}_2$, $\bar{Z}_0$ ca parametri caracteristici după cum se va vedea în cele ce urmează.

Dintre diferitele sisteme de coordonate utilizate adesea la studiul mașinii sincrone *d*, *q*, [1, 6], *f*, *b*, *o* [6, 12], α, β, *o* [1, 4]. γ, δ, *o* [4] cel care are o contingență cu sistemul componentelor simetrice *1*, *2*, 0 este *f*, *b*, *o* :

$$\left.\begin{aligned} u_f &= \frac{1}{3}(u_a + au_b + a^2u_c)\,e^{-j\gamma}\\ u_b &= \frac{1}{3}(u_a + a^2u_b + au_c)\,e^{j\gamma}\\ u_0 &= \frac{1}{3}(u_a + u_b + u_c)\end{aligned}\right\} \quad (25)$$

sau :

$$\left.\begin{aligned} u_f &= \frac{u_d + ju_q}{2}\,;\quad \bar{u}_b = \frac{u_d - ju_q}{2}\end{aligned}\right\}. \quad (26)$$

Relațiile (25) arată că sistemul *f*, *b*, *o* poate fi privit ca un sistem de componente simetrice referitoare la valorile instantanee ale mărimilor trifazate. Relațiile (26) permit ca prin intermediul mărimilor din sistemul *d*, *q*, *o* să se determine mărimile ce interesează în metoda componentelor simetrice.

În cele de mai jos se va urmări să se stabilească relațiile dintre tensiunile și curenții de succesiune directă, inversă și homopolară pentru ca apoi să se încerce a se defini impedanțele corespunzătoare din teoria componentelor simetrice.

a) **Impedanța directă.** Se consideră că tensiunile sau curenții înfășurărilor statorice formează sisteme trifazate de succesiune directă :

$$\left.\begin{aligned} u_a &= u_{m1}\sin(\gamma - \delta)\\ u_b &= u_{m1}\sin(\gamma - \delta - \rho)\\ u_c &= u_{m1}\sin(\gamma - \delta + \rho)\end{aligned}\right\} \quad (27)$$

$$\left.\begin{aligned} i_a &= i_{m1}\sin(\gamma - \delta - \varphi)\\ i_b &= i_{m1}\sin(\gamma - \delta - \varphi - \rho)\\ i_c &= i_{m1}\sin(\gamma - \delta - \varphi + \rho)\end{aligned}\right\} \quad (28)$$

astfel încît din relațiile (7) și (8) rezultă :

$$\left.\begin{aligned} u_d &= -u_{m1}\sin\delta\\ u_q &= u_{m1}\cos\delta\\ u_0 &= 0\end{aligned}\right\} \quad (29)$$

$$\left.\begin{aligned} i_d &= -i_{m1}\sin(\delta + \varphi)\\ i_q &= i_{m1}\cos(\delta + \varphi)\\ i_0 &= 0\end{aligned}\right\} \quad (30)$$

Relațiile de mai sus arată că la funcționarea în regim permanent simetric tensiunile și curenții din sistemul *d*, *q*, *o* sînt mărimi constante.

Pentru regimul permanent se obține din ecuațiile (18) :

$$\left.\begin{aligned} -X_d\bar{i}_d + R\bar{i}_q + \bar{u}_q &= \bar{e}_d\\ R\bar{i}_d + X_q\bar{i}_q + u_d &= 0\end{aligned}\right\} \quad (31)$$

cu notația :

$$\bar{e}_d = \omega\bar{M}_d\,\bar{i}_e. \quad (32)$$

Ținînd seama de relațiile (29) și (30), este indicat să se introducă notațiile :

$$\bar{u}_d = -\bar{U}_q\,;\quad \bar{u}_q = \bar{U}_d \quad (33)$$

$$\bar{i}_d = -\bar{I}_d\,;\quad \bar{i}_q = \bar{I}_q \quad (34)$$

astfel încît relațiile (31) devin :

$$\left.\begin{aligned} \bar{U}_d + X_d\bar{I}_d + R\bar{I}_q &= \bar{E}_d\\ -\bar{U}_q - R\bar{I}_d + X_q\bar{I}_q &= 0\end{aligned}\right\} \quad (35)$$

Înmulțind prima relație cu **j** (versorul după axa *d*) și scăzînd apoi pe a doua rezultă :

$$\bar{U}_q + \mathbf{j}\bar{U}_d + R(\bar{I}_d + \mathbf{j}\bar{I}_q) + \mathbf{j}X_d\bar{I}_d - X_q\bar{I}_q = \mathbf{j}\bar{E}_d \quad (36)$$

sau :

$$\overline{U}_q + \mathbf{j}\overline{U}_d + (R + \mathbf{j}X_q)\cdot(\overline{I}_d + \mathbf{j}\overline{I}_q) = \mathbf{j}[\overline{E}_d - (X_d - X_q)\overline{I}_d] \tag{37}$$

sau :

$$\mathbf{U} + \mathbf{Z}_q \mathbf{I} = \mathbf{E}_Q \tag{38}$$

cu notațiile :

$$\left.\begin{aligned} \mathbf{E}_Q &= \mathbf{j}[\overline{E}_d - (X_d - X_q)\overline{I}_d] \\ \overline{\mathbf{Z}}_q &= R + \mathbf{j}X_q \end{aligned}\right\} \tag{39}$$

$$\left.\begin{aligned} \mathbf{U} &= \overline{U}_q + \mathbf{j}\overline{U}_d = u_{m1}(\sin\delta + \mathbf{j}\cos\delta) = \\ &= \sqrt{2}\,\overline{U}_1 e^{\mathbf{j}\delta} = \sqrt{2}\mathbf{U}_1 \\ \mathbf{I} &= \overline{I}_d + \mathbf{j}\overline{I}_q = i_{m1}[\sin(\delta + \varphi) + \\ &+ \mathbf{j}\cos(\delta + \varphi)] = \sqrt{2}\,I_1 e^{\mathbf{j}(\delta+\varphi)} = \sqrt{2}\,\overline{\mathbf{I}}_1 \end{aligned}\right\} \tag{40}$$

în care :

$\mathbf{U}_1$ este tensiunea eficace de succesiune directă, pe fază ;

$\mathbf{I}_1$ — curentul eficace de succesiune directă, pe fază.

Relațiile (40) arată că diagrama vectorială (fig. 2) construită după axele d, q, o reprezintă în același timp la o anumită scară și diagrama de funcționare a rețelei de succesiune directă.

Dificultatea esențială care apare la construirea diagramei vectoriale constă în faptul că tensiunea electromotoare echivalentă $\overline{E}_Q$ nu este un parametru caracteristic al mașinii, adică un parametru independent de regimul de funcționare.

Conform relației (38) mașina sincronă poate fi reprezentată pe rețeaua directă printr-o impedanță constantă $\overline{Z}_q$ și o tensiune electromotoare $\overline{E}_Q$ variabilă cu regimul de funcționare. Într-un mod analog, plecînd de la relația (37) se constată că mașina sincronă poate fi reprezentată printr-o tensiune electromotoare constantă $\overline{E}_d$ și o impedanță variabilă :

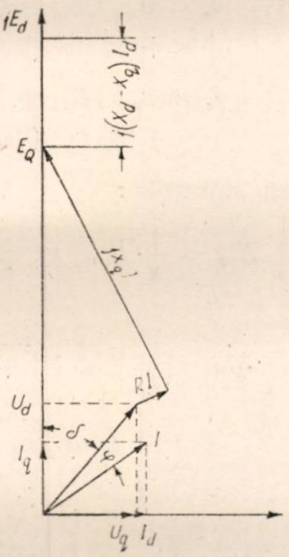


Fig. 2. Diagrama de funcționare a mașinii sincrone.

$$\overline{\mathbf{Z}}_1 = \frac{\overline{\mathbf{E}}_1 - \overline{\mathbf{U}}_1}{\overline{I}_1} = \frac{\mathbf{j}\overline{\mathbf{E}}_d - \overline{\mathbf{U}}}{\overline{I}} = \overline{\mathbf{Z}}_q + \mathbf{j}(X_d - X_q)\frac{\overline{\mathbf{I}}_d}{\overline{I}} . \tag{41}$$

Ținînd seama de (40) și separînd părțile reală și imaginară se obține din (41)

$$\left.\begin{aligned} R_1 &= R + \frac{X_d - X_q}{2}\sin^2(\delta + \varphi) \\ X_1 &= X_q + (X_d - X_d)\sin^2(\delta + \varphi). \end{aligned}\right\} \tag{42}$$

Relațiile (42) arată că impedanța directă a mașinii sincrone nu este un parametru independent. Impedanța directă depinde de unghiul $(\delta + \varphi)$ și deci ea trebuie calculată pentru fiecare punct de funcționare al regimului studiat.

b) **Impedanța inversă.** Se admite că tensiunile și curenții înfășurărilor statorice formează sisteme trifazate de succesiune inversă :

$$\left.\begin{aligned} u_a &= u_{m2}\sin\gamma \\ u_b &= u_{m2}\sin(\gamma + \rho) \\ u_c &= u_{m2}\sin(\gamma + \rho) \end{aligned}\right\} \tag{43}$$

$$\left.\begin{aligned} i_a &= i_{m2}\sin(\gamma - \rho) \\ i_b &= i_{m2}\sin(\gamma - \rho) \\ i_c &= i_{m2}\sin(\gamma - \rho) \end{aligned}\right\} \tag{44}$$

astfel încît din relațiile (4) și (5) rezultă :

$$\left.\begin{aligned} u_d &= u_{m2}\sin 2\gamma \\ u_q &= -u_{m2}\cos 2\gamma \\ u_0 &= 0 \end{aligned}\right\} \tag{45}$$

$$\left.\begin{aligned} i_d &= i_{m2}\sin 2\gamma \\ i_q &= -i_{m2}\cos 2\gamma \\ i_0 &= 0 \end{aligned}\right\} \tag{46}$$

Relațiile de mai sus arată că la funcționarea în regim nesimetric tensiunile și curenții din sistemul d, q, o sînt mărimi alternative de pulsație 2ω.

Trebuie observat că expresiile curenților și tensiunilor date mai sus nu sînt valabile simultan. Atunci cînd tensiunile formează un sistem invers conform relațiilor (43) sau (45) curenții nu vor forma un sistem invers dat de relațiile (44) sau (46) ci ei vor trebui determinați cu ajutorul ecuației de funcționare.

Ecuațiile de funcționare în regim nesimetric rezultă din relațiile (18) în care pentru simplificare se pot neglija rezistențele înfășurărilor statorice :

$$\left.\begin{aligned} \frac{p}{\omega}X_d(p)\overline{i}_d + X_q(p)\overline{i}_q + pG(p)\overline{u}_{cd} + \overline{u}_d = 0 \\ -X_d(p)\overline{i}_d + \frac{p}{\omega}X_q(p)\overline{i}_q - \omega G(p)\overline{u}_{cd} + \overline{u}_q = 0 \end{aligned}\right\} \tag{47}$$

Pentru ca sistemul (47) să poată fi utilizat la studiul regimurilor nesimetrice trebuie să se țină seama de faptul că față de cîmpul magnetic învîrtitor în sens invers înfășurarea de excitație a mașinii joacă rolul unei înfășurări în scurtcircuit și deci trebuie să se considere $u_{cd} = 0$:

$$\left.\begin{aligned} \frac{p}{\omega}X_d(p)\overline{i}_d + X_q(p)\overline{i}_q + \overline{u}_d = 0 \\ -X_d(p)\overline{i}_d + \frac{p}{\omega}X_q(p)\overline{i}_q + \overline{u}_q = 0 \end{aligned}\right\} \tag{48}$$

În continuare pentru soluționarea sistemului (48) se vor considera două cazuri particulare :

— se consideră cunoscuți curenții $\bar{i}_d$, $\bar{i}_q$ și se caută tensiunile $\bar{u}_d$, $\bar{u}_q$;

— se consideră cunoscute tensiunile $\bar{u}_d$, $\bar{u}_q$ și se caută curenții $\bar{i}_d$, $\bar{i}_q$.

În ambele cazuri se va determina regimul permanent folosind în acest scop o formă particulară a teoremei dezvoltării conform căreia, dacă

$$\bar{\varphi}(p) = \bar{\varphi}_1(p) \cdot \bar{\varphi}_2(p) \tag{49}$$

în care

$$\varphi_1(t) = \Phi \cdot \sin \omega t = \mathrm{Im}\,[\Phi e^{j\omega t}] \tag{50}$$

atunci rezultă :

$$\varphi(t) = \mathrm{Im}\,[\varphi_2(j\omega) \cdot \Phi e^{j\omega t}] \tag{51}$$

În cazul cînd se dau curenții i_d și i_q prin relațiile (46) atunci din (48) și (51) rezultă tensiunile u_d 8 u_q :

$$u_d(t) = -\mathrm{Im}[2jX_d(2j\omega)i_{m2}e^{j2\omega t}] + \mathrm{Re}[X_q(2j\omega)i_{m2}e^{j2\omega t}] \tag{52}$$

$$u_q(t) = +\mathrm{Im}[X_d(2j\omega)i_{m2}e^{j2\omega t}] + \mathrm{Re}[2jX_q(2j\omega)i_{m2}e^{j2\omega t}]$$

În cazul cînd se dau tensiunile u_d și u_q prin relațiile (45) atunci din (48) rezultă curenții $\bar{i}_d$ și $\bar{i}_q$:

$$\bar{i}_d = -\frac{\frac{p}{\omega}\bar{u}_d}{\left(\frac{p^2}{\omega^2}+1\right)X_d(p)} + \frac{\bar{u}_q}{\left(\frac{p^2}{\omega^2}+1\right)X_d(p)} \tag{53}$$

$$\bar{i}_q = -\frac{\bar{u}_d}{\left(\frac{p^2}{\omega^2}+1\right)X_q(p)} - \frac{\frac{p}{\omega}\bar{u}_q}{\left(\frac{p^2}{\omega^2}+1\right)X_q(p)}$$

și apoi :

$$i_d(t) = \mathrm{Im}\left[\frac{2ju_{m2}}{3X_d(2j\omega)}e^{j2\omega t}\right] + \mathrm{Re}\left[\frac{u_{m2}}{3X_d(2j\omega)}e^{j2\omega t}\right] \tag{54}$$

$$i_q(t) = \mathrm{Im}\left[\frac{u_{m2}}{3X_q(2j\omega)}e^{j2\omega t}\right] - \mathrm{Re}\left[\frac{2ju_{m2}}{2X_q(2j\omega)}e^{j2\omega t}\right].$$

Dacă se consideră că mașina nu are înfășurări amortizoare atunci :

$$X_d(2j\omega) = \alpha_d X_d e^{-j\varphi_d}$$
$$X_q(2j) = X_q \tag{55}$$

cu notațiile

$$\alpha_d = \sqrt{\frac{1+4\omega^2\sigma_d^2 T_e^2}{1+4\omega^2 T_e^2}}$$

$$\mathrm{tg}\,\varphi_d = \frac{2\omega T_e(1-\sigma_d)}{1+4\omega^2 T_e^2}. \tag{56}$$

Introducînd expresiile (55) în relațiile (52) și (54) se obține :

$$\left.\begin{aligned} u_d(t) &= i_{m2}[-2\alpha_d X_d \cos(2\omega t - \varphi_d) + X_q \cos 2\omega t] \\ u_q(t) &= i_{m2}[\alpha_d X_d \sin(2\omega t - \varphi_d) - 2X_q \sin 2\omega t] \end{aligned}\right\} \tag{57}$$

$$\left.\begin{aligned} i_d(t) &= u_{m2}\frac{1}{\alpha_d X_d}\cos(2\omega t + \varphi_d) \\ i_q(t) &= u_{m2}\frac{1}{X_d}\sin 2\omega t. \end{aligned}\right\} \tag{58}$$

Folosind relațiile (7) și (8) se obțin tensiunile și curenții pe faze :

$$\left.\begin{aligned} u_a &= u_{m2}[X_{d2}\cos(\omega t - \varphi_{d2}) + \\ &\quad + 3X'_{d2}\cos(3\omega t - \varphi_{d2})] \\ u_b &= i_{m2}[X_{d2}\cos(\omega t - \varphi_{d2} + \rho) + \\ &\quad + 3X'_{d2}\cos(3\omega t - \varphi_{d2} - \rho)] \\ u_c &= i_{m2}[X_{d2}\cos(\omega t - \varphi_{d2} - \rho) + \\ &\quad + 3X'_{d2}\cos(3\omega t - \varphi d_2 + \rho)] \end{aligned}\right\} \tag{59}$$

$$\left.\begin{aligned} i_a &= u_{m2}[B_{d2}\cos(\omega t + \varphi'_{d2}) + \\ &\quad + B'_2\cos(3\omega t + \varphi'_{d2})] \\ i_b &= u_{m2}[B_{d2}\cos(\omega t + \varphi'_{d2} + \rho) + \\ &\quad + B'_2\cos(3\omega t + \varphi'_{d2} - \rho)] \\ i_c &= u_{m2}[B_{d2}\cos(\omega t + \varphi'_{d2} - \rho) + \\ &\quad + B'_2\cos(3\omega t + \varphi'_{d2} + \rho)] \end{aligned}\right\} \tag{60}$$

cu notațiile :

$$X_{f2} = \frac{1}{2}\sqrt{\alpha_d^2 X_d^2 + X_q^2 + 2\alpha_d X_d X_q \cos\varphi_d} \tag{61}$$

$$X'_{d2} = \frac{1}{2}\sqrt{\alpha_d^2 X_d^2 + X_q^2 - 2\alpha_d X_d X_q \cos\varphi_d}$$

$$\mathrm{tg}\,\varphi_{d2} = \frac{\alpha_d X_d \sin\varphi_d}{\alpha_d X_d \cos\varphi_d + X_q}$$

$$\left.\begin{aligned} B_{d2} &= \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{\alpha_d^2 X_d^2} + \frac{1}{X_q^2} + \frac{2\cos\varphi_d}{\alpha_d X_d X_q}} \\ B'_{d2} &= \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{\alpha_d^2 X_d^2} + \frac{1}{X_d^2} - \frac{2\cos\varphi_d}{\alpha_d X_d X_q}} \\ \mathrm{tg}\,\varphi'_{d2} &= \frac{X_q \sin\varphi_d}{X_q\cos\varphi_d + \alpha_d X_d}. \end{aligned}\right\} \tag{62}$$

Relațiile (59) arată că atunci cînd înfășurările statorului sînt parcurse de un sistem de curenți de succesiune inversă (44), tensiunile la bornele înfășurărilor nu formează un sistem de succesiune inversă deoarece intervin termeni suplimentari de pulsație 3ω și de succesiune directă. Relațiile (60) arată că atunci cînd la bornele înfășurărilor statorice se aplică un sistem de tensiuni de succesiune inversă (43) curenții ce parcurg înfășurările nu for-

mează un sistem de succesiune inversă deoarece intervin termenii suplimentari de pulsație 3ω și de succesiune directă. În ambele cazuri raportul dintre tensiunile de succesiune inversă și curenții de succesiune inversă nu conduce la determinarea unei impedanțe, dat fiind existența armonicelor.

Impedanța inversă poate fi definită numai dacă se face aproximația că termenii de pulsație 3ω din relațiile (59) și (60) pot fi neglijați. În aceste condiții impedanțele inverse pot fi determinate din relațiile :

$$\begin{aligned} \overline{Z}_2 &= X_{d2}\, e^{-j\varphi_{d2}} \\ \overline{Y}_2 &= B_{d2}\, e^{j\varphi'_{d2}}. \end{aligned} \tag{63}$$

Parametrii definiți de relațiile (63) corespund unui regim permanent de funcționare. Se pot determina valorile particulare ale acestor parametri care intervin în primul moment al regimurilor tranzitorii. În acest scop se introduce $\omega = \infty$ în relațiile (56) și rezultă :

$$\begin{aligned} \alpha_d &= \sigma_d \\ \varphi_d &= 0 \end{aligned} \tag{64}$$

astfel încît din (55) și (62) se obține :

$$\begin{aligned} X'_2 &= \frac{X'_d + X_q}{q} \\ B'_2 &= \frac{X'_d + X_q}{2X'_d X_q}. \end{aligned} \tag{65}$$

În cele de mai sus s-au considerat două regimuri nesimetrice cu totul particulare care au condus la definirea a două impedanțe distincte de succesiune inversă. Pentru oricare alte regimuri de funcționare la care armonicele de ordinul al treilea apar atît în componența tensiunilor cît și a curenților se obțin alte expresii ale impedanțelor inverse după ce se neglijează mai întîi armonicele menționate.

3. Concluzii

a) Sistemul componentelor simetrice utilizat la studiul mașinii sincrone cu poli aparenți nu conduce la definirea unor impedanțe caracteristice de succesiune directă, inversă și homopolară. La studiul regimurilor de funcționare nu este posibilă utilizarea schemelor echivalente din teoria componentelor simetrice deoarece mașina sincronă cu poli aparenți nu poate fi reprezentată pe cele trei rețele prin impedanțe independente.

b) Sistemul componentelor simetrice poate fi aplicat numai în cazul cînd este suficient un calcul aproximativ al regimurilor de funcționare. În aceste cazuri este posibilă utilizarea schemelor echivalente în care generatorul este reprezentat prin impedanțe independente și anume :

— Reactanța directă este dată de relația (41) în ipoteza simplificatoare $X_d = X_q$ adică :

$$X_1 = X_q = X_d. \tag{66}$$

— Reactanța inversă este dată de una din relațiile (5) care reprezintă de fapt mediile aritmetică și armonică a reactanțelor X'_d și X_q. O aproximație bună se obține dacă se lucrează cu o altă medie cuprinsă între valorile date de (65) și anume

$$X_2 = \sqrt{X'_d X_q}. \tag{67}$$

Se pot face unele aprecieri generale asupra erorilor introduse în calcule datorită utilizării relațiilor aproximative (66) și (67). În acest scop se vor considera valorile relative medii ale reactanțelor generatoarelor cu poli aparenți [17]

$$X_d = 1\,;\; X_q = 0{,}6\,;\; X'_d = 0{,}24.$$

În ce privește reactanța directă se stabilește pe baza relațiilor (41) că se pot obține valori cuprinse între limitele :

$$X_1 = X_d \div X_q = 1 \div 0{,}6,$$

astfel încît erorile maxime vor fi :

$$\Delta X_1 = 0{,}4$$

$$\frac{\Delta X_1}{X_1}\, 100 = 40\,\%.$$

În ce privește reactanța inversă se stabilește pe baza relațiilor (65) că se pot obține valori cuprinse între limitele :

$$X_2 = \frac{X'_d + X_q}{2} \div \frac{2X'_d X_q}{X'_d + X_q} = 0{,}41 \div 0{,}34$$

astfel încît erorile maxime vor fi :

$$\Delta X_2 = 0{,}07$$

$$\frac{\Delta X_2}{X_2}\, 100 = 17\,\%.$$

Dacă se utilizează relația (67) pentru determinarea reactanței inverse se obțin erori și mai mici de ordinul :

$$\Delta X_2 = 0{,}04$$

$$\frac{\Delta X_2}{X_2}\, 100 = 10\,\%.$$

Din cele de mai sus se constată că erorile relative făcute la determinarea reactanței directe sînt de patru ori mai mari decît erorile relative făcute la determinarea reactanței inverse. Ținînd seama că și erorile absolute sînt

de asemenea mult mai mari la reactanța directă, se poate trage concluzia că pentru mărirea preciziei calculului regimurilor de funcționare atenția trebuie îndreptată către determinarea mai exactă a reactanței directe și mai puțin a reactanței inverse. Preocuparea, întîlnită în unele lucrări pentru determinarea unor expresii cît mai exacte a reactanțelor inverse în diferite regimuri de funcționare nu este justificată din acest punct de vedere.

c) Stabilirea expresiilor impedanțelor directă și inversă în anumite regimuri particulare de funcționare nu este lipsită de utilitate ținînd seama de faptul că aceste mărimi sînt susceptibile de determinări experimentale deosebit de simple. Astfel pe baza expresiilor (42) se poate stabili o metodă pentru determinarea experimentală, fără oscilografiere, a reactanțelor X_d și X_q, în ipoteza că rezistența este neglijabilă. Sînt necesare două determinări experimentale și anume :

— Încercarea în curent dewatat $\left(\varphi = \pm\frac{\pi}{2},\ \delta = 0\right)$ permite determinarea reactanței longitudinale conform relației :

$$X_d = \frac{E_d - U_d}{I_d} = \frac{E_d - U_1}{I_1} = X_1 .$$

— Încercarea în curent watat cu mașina slab încărcată ($\varphi \approx 0$; $\delta \approx 0$) permite determinarea reactanței transversale :

$$X_q = \frac{E_d - U_d}{I_q} = \frac{E_d - U_1}{I_1} = X_1 .$$

ANEXĂ

Inductivitățile mașinii sincrone

Ținînd seama de ipotezele simplificatoare admise pentru mașina idealizată, inductivitățile ce intervin în sistemul (3) posedă unele particularități ce vor fi examinate în cele ce urmează [2].

Toate inductivitățile ce afectează numai rotorul sînt mărimi constante și în particular L_{eaq}, L_{ad}, L_{aq} sînt nule deoarece axele înfășurărilor sînt perpendiculare.

Toate inductivitățile ce afectează statorul variază periodic cu poziția rotorului adica cu unghiul γ.

Inductivitățile proprii ale înfășurărilor vor fi funcții pare ale unghiurilor formate de axa d cu axele a, b, c

$$\begin{aligned} L_{aa} &= L_0 + L_2 \cos 2\gamma \\ L_{bb} &= L_0 + L_2 \cos 2(\gamma - \rho) \\ L_{cc} &= L_0 + L_2 \cos 2(\gamma + \rho). \end{aligned} \qquad \text{(A 1)}$$

Aceste inductivități variază între două valori limită ce se realizează atunci cînd peste axele a, b, c ale înfășurărilor respective se suprapune axa longitudinală d sau axa transversală q a rotorului.

$$\begin{aligned} L_{aa}(\gamma = 0) &= l_d = L_0 + L_2 \\ L_{aa}(\gamma = 90°) &= l_q = L_0 - L_2 \end{aligned} \qquad \text{(A 2)}$$

Introducînd în (A 1) valorile l_d și l_q determinate din (A 2) se obține :

$$\begin{aligned} L_{aa} &= l_d \cos^2\gamma + l_q \sin^2\gamma \\ L_{bb} &= l_d \cos^2(\gamma - \rho) + l_q \sin^2(\gamma - \rho) \\ L_{cc} &= l_d \cos^2(\gamma + \rho) + l_q \sin^2(\gamma + \rho) \end{aligned} \qquad \text{(A 3)}$$

Inductivitățile mutuale ale înfășurărilor stratorului vor fi de asemenea funcții pare ale unghiurilor formate de axa d cu bisectoarele axelor a, b, c

$$\begin{aligned} L_{ab} &= M_0 + M_2 \cos 2\left(\gamma - \frac{\rho}{2}\right) \\ L_{ac} &= M_0 + M_2 \cos 2\left(\gamma + \frac{\rho}{2}\right) \\ L_{bc} &= M_0 + M_2 \cos 2\left(\gamma - \frac{3}{2}\rho\right). \end{aligned} \qquad \text{(A 4)}$$

Aceste inductivități variază între două valori limită ce se realizează atunci cînd peste bisectoarele axelor a, b, c se suprapune axa longitudinală d sau axa transversală q a rotorului. Cînd axele longitudinală sau cea transversală se suprapun peste axele a, b, c, inductivitățile mutuale capătă valorile particulare :

$$\begin{aligned} L_{ab}(\gamma = 0) &= M_0 - \frac{1}{2} M_2 = m_d \\ L_{ab}(\gamma = 90°) &= M_0 + \frac{1}{2} M_2 = m_0 . \end{aligned} \qquad \text{(A 5)}$$

Introducînd în (A 4) valorile lui M_0 și M_2 determinate din (A 5) se obține :

$$\begin{aligned} L_{ab} &= -2\,[m_d \cos\gamma \cos(\gamma - \rho) + m_q \sin\gamma \sin(\gamma - \rho)] \\ L_{ac} &= -2\,[m_d \cos\gamma \cos(\gamma + \rho) + m_q \sin\gamma \sin(\gamma + \rho)] \\ L_{bc} &= -2\,[m_d \cos(\gamma + \rho)\cos(\gamma - \rho) + m_q \sin(\gamma + \rho) \times \\ &\qquad \times \sin(\gamma - \rho)] \end{aligned} \qquad \text{(A 6)}$$

Inductivitățile mutuale între înfășurările statorului și ale rotorului vor fi exprimate prin relații de forma :

$$\begin{aligned} L_{ae} &= M_d \cos\gamma \\ L_{be} &= M_d \cos(\gamma - \rho) \\ L_{ce} &= M_d \cos(\gamma + \rho) \end{aligned} \qquad \text{(A 7)}$$

$$\begin{aligned} L_{a\,cd} &= M'_d \cos\gamma \\ L_{b\,cd} &= M'_d \cos(\gamma - \rho) \\ L_{c\,cd} &= M'_d \cos(\gamma + \rho) \end{aligned} \qquad \text{(A 8)}$$

$$\begin{aligned} L_{a\,cq} &= M_q \sin\gamma \\ L_{b\,aq} &= M_q \sin(\gamma - \rho) \\ L_{c\,aq} &= M_q \sin(\gamma + \rho). \end{aligned} \qquad \text{(A 9)}$$

Inductivitățile proprii și mutuale ale înfășurărilor statorice definite de (A 3) și (A 6) satisfac o relație suplimentară care se obține după cum urmează :

— Se consideră că statorul este parcurs de un sistem de curenți homopolari ($i_a = i_b = i_c = i_0$) și se exprimă fluxul ce străbate una din înfășurările statorice fără a străbate vreuna din înfășurările rotorului :

$$\psi_{as} = (L_{aa} + L_{ab} + L_{ac})\, i_0 . \qquad \text{(A 10)}$$

— Se pune condiția că acest flux care nu străbate rotorul să fie independent de unghiul γ adică de poziția rotorului. Introducînd (A 3) și (A 6) în (A 10) se obține relația :

$$\psi_{as} = [(l_d + 2m_d)\cos^2\gamma + (l_q + 2m_q)\sin^2\gamma]\, i_0 \qquad \text{(A 11)}$$

din care rezultă condiția :

$$l_d + 2m_d = l_q + 2m_q = \lambda. \qquad \text{(A 12)}$$

Inductivitățile definite de relațiile (A 3), (A 6), (A 7), (A 8) și (A 9) caracterizează mașina sincronă raportată la axele a, b, c ale statorului. În cele ce urmează se vor determina inductivitățile mașinii ce intervin la folosirea sistemului d, q, o. În acest scop sistemul (3) va fi scris utilizînd notațiile matriciale

$$[\psi] = [L] \cdot [i] \tag{A 13}$$

Pentru a scoate în evidență mărimile care afectează statorul și mărimile care afectează rotorul se scrie relația (A 13) sub forma (A 14)

$$\begin{bmatrix} [\psi_{abc}] \\ [\psi_r] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [L_{11}] & [L_{12}] \\ [L_{21}] & [L_{22}] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [i_{abc}] \\ [i_r] \end{bmatrix}$$

cu notațiile

$$[\psi_{abc}] = \begin{bmatrix} \psi_a \\ \psi_b \\ \psi_c \end{bmatrix}; \quad [i_{abc}] = \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix}$$

$$[\psi_r] = \begin{bmatrix} \psi_e \\ \psi_d \\ \psi_{aq} \end{bmatrix}; \quad [i_r] = \begin{bmatrix} i_e \\ i_d \\ i_{aq} \end{bmatrix}$$

$[L_{11}]$ — matricea inductivităților proprii și mutuale a înfășurărilor statorice;

$[L_{22}]$ — matricea inductivităților proprii și mutuale a înfășurărilor rotorice;

$[L_{12}]$ — matricea inductivităților mutuale dintre înfășurările statorice și rotorice;

$_{21}]$ — matricea inductivităților mutuale dintre înfășurările rotorice și statorice.

Conform relațiilor (6) și (7) fluxurile și curenții în sistemul a, b, c pot fi exprimate în funcție de fluxurile și curenții din sistemul d, q, o

$$\begin{aligned} [\varphi_{abc}] &= [C]\,[\psi_{dqo}] \\ [i_{abc}] &= [C]\,[i_{dqo}] \end{aligned} \tag{A 15}$$

în care $[C]$ este matricea de conexiune:

$$[C] = \begin{array}{c|ccc} & d & q & o \\ \hline a & \cos\gamma & \sin\gamma & 1 \\ b & \cos(\gamma-\rho) & \sin(\gamma-\rho) & 1 \\ c & \cos(\gamma+\rho) & \sin(\gamma+\rho) & 1 \end{array} \tag{A 16}$$

Introducînd (A 9) în (A 10)

$$\begin{bmatrix} [C]\cdot[\psi_{dqo}] \\ [\psi_r] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [L_{11}] & [L_{12}] \\ [L_{21}] & [L_{22}] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [C]\,[i_{dqo}] \\ [i] \end{bmatrix}$$

și efectuînd calculele:

$$\begin{aligned} [C]\,[\psi_{dqo}] &= [L_{11}]\,[C]\,[i_{dqo}] + [L_{12}]\,[i_r] \\ [\psi_r] &= [L_{21}]\,[C]\,[i_{dqo}] + [L_{22}]\,[i_r] \end{aligned}$$

se obține:

$$\begin{cases} [\psi_{dqo}] = [C]^{-1}\cdot[L_{11}]\,[C]\,[i_{dqo}] + [C]^{-1}\cdot[L_{12}]\,[i_r] \\ [\psi_r] = [L_{21}]\,[C]\,[i_{dqo}] + [L_{22}]\,[i_r] \end{cases} \tag{A 17}$$

Coeficienții matricelor de curenți din relația (A 17) joacă rolul matricelor de inductivități în sistemul d, q, o. Efectuînd toate calculele indicate de (A 17) se obțin relațiile:

$$\begin{cases} \varphi_d = L_d\, i_d + M_d\, i_e + M'_d\, i_{ad} \\ \psi_q = L_q\, i_q + M_q\, i_{aq} \\ \varphi_0 = L_0\, i_0 \end{cases} \tag{A 18}$$

$$\begin{cases} \psi_e = \dfrac{3}{2} M_d\, i_d + L_e\, i_e + M_{e\,ad}\, i_{ad} \\ \psi_{ad} = \dfrac{3}{2} M'_d\, i_d + M_{e\,ad}\, i_e + L_{ad}\, i_{ad} \\ \psi_{aq} = \dfrac{3}{2} M_q\, i_q + L_{aq}\, i_{aq} \end{cases} \tag{A 19}$$

în care s-a notat

$$\begin{aligned} L_d &= l_d - m_d \\ L_q &= l_q - m_q \\ L_0 &= \lambda_0 \end{aligned} \tag{A 20}$$

Relațiile (A 18) arată că înfășurările statorice sînt văzute de pe rotor ca două înfășurări dispuse pe axele d, q. Fluxul înfășurării statorice dispusă pe axa longitudinală interacționează numai cu fluxurile înfășurărilor rotorice e_1 și a_2 dispuse pe aceeași axă (inductivitățile M_d și M'_d). Fluxul înfășurării statorice dispusă pe axa transversală interacționează numai cu fluxul înfășurării rotorice a_q dispusă pe aceeași axă (inductivitatea M_q).

Relațiile (A 19) arată de asemenea că fluxurile înfășurărilor rotorice interacționează separat după cele două axe. Pentru a scoate în evidență coeficienții de cuplaj (μ) și de scăpări (σ) ai înfășurărilor, relațiile (A 19) pot fi scrise sub forma:

$$\begin{cases} \psi_e = \dfrac{L_e}{M_d}(\mu_d\, L_d\, i_d + M_d\, i_e + g_1\, M'_d\, i_{ad}) \\ \psi_{ad} = \dfrac{L_{ad}}{M_d}(\mu'_d\, L_d\, i_d + g_2\, M_d\, i_e + M'_d\, i_{ad}) \\ \psi_{aq} = \dfrac{L_{aq}}{M_{aq}}(\mu_q\, L_q + M_q\, i_{aq}) \end{cases} \tag{A 21}$$

cu notațiile:

$$\mu_d = \frac{3}{2}\frac{M_d^2}{L_d L_e} = 1 - \sigma_d; \quad \mu'_d = \frac{3}{2}\frac{M'^2_d}{L_d L_{ad}} = 1 - \sigma'_d$$

$$\mu_q = \frac{3}{2}\frac{M_q^2}{L_q L_{aq}} = 1 - \sigma_q; \tag{A 22}$$

$$g_1 = \sqrt{\frac{\mu_d}{\mu'_d}}\,\mu_a; \quad g_2 = \sqrt{\frac{\mu'_d}{\mu_d}}\,\mu_a$$

$$\mu_a = \frac{M^2_{ead}}{L_e L_{ad}} = 1 - \sigma_a$$

Bibliografie

[1] *Gorev, A. A.:* Perehodnîie proțesi sinhronnoi mașini. Gosenergoizdat, Moscova-Leningrad, 1950.

[2] *Venicov, V.A.* și *Jucov, L.A.:* Perehodnîie proțesi v electriceschih sistemah. Gosenergoizdat, Moscova-Leningrad. 1953.

[3] *Aliabiev, I.:* Operatorniie uravnenia dlia napriajenii, tokov i potokosteplenii sirhronoi maşni pri nenulevim nacialnih usloviah. Electricestvo **73** (1953) 3, 44—51.
[4] *Iosifian A. G.* şi *Cagan, B.M.:* Osnovi sledieşcevo privoda. Gosenergoizdat, Moscova-Leningrad, 1954.
[5] *Park, R.H. şi Robertson, B.L.:* The reactances of synchronous machines. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs, **47** (1928), 514.
[6] *Park, R. H.:* Two reaction theory of synchronaus machines. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs, **8** (1929), 716 Trans. Amer. Inst. electr. Engrs., **52** (1933), 352,
[7] *Thomas, W. A.:* Negative requence reactance of synchronaus machines. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs., **55** (1936), 1378.
[8] *Crary, S.:* Two reaction theory of synchronous machines. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs., **56** (1937), 27.
[9] *Kron, G.:* A short course in tensor analysis for electrical engineers. J. Wiley, New-York, 1942.
[10] *Duersterhaeft, W. C.:* The negative requence reactance of an ideal sinchronaus machine. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs., **78** (1949), 510.
[11] *Ching, Y. K.* şi *Adkins, B.:* Trousient theorie of synchronous generators under umbalanced conditions. Proc. Inst. Electr. Engrs. **1** (1954) 7, 166.
[12] *Ku Y:* Transient analysis of rotoring machines. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs., **70** (1951) part I, 94.
[13] *Antoniu, I. S.:* Introducere în aplicarea calculului matricial la studiul circuitelor electrice. Edit. Acad. R. P. R. Bucureşti, 1953.

Montarea instalaţiei pentru iluminatul nocturn al Stadionului Republicii din Bucureşti şi primele rezultate de exploatare

PAUL MILITARU şi WALTER SCHAPIRA — Bucureşti*)

Pe Stadionul Republicii din Bucureşti s-a pus în funcţiune prima instalaţie pentru iluminatul nocturn al terenului de fotbal. În articol autorii descriu detaliat operaţiile de montare a diverselor instalaţii ca: asamblarea şi ridicarea stîlpilor metalici, montarea şi reglarea proiectoarelor şi execuţia instalaţiei de alimentare cu energie electrică. Se arată totodată primele rezultate de exploatare ca şi impresiile publicului şi ale jucătorilor.

CZ 628.971.7 : 79.093.5

1. Date generale

Într-unul din numerele trecute ale acestei reviste (1), s-a făcut o prezentare a realizărilor din alte ţări în domeniul instalaţiilor pentru iluminatul nocturn al stadioanelor, s-a descris instalaţia proiectată pentru stadionul Republicii din Bucureşti şi s-au analizat principiile care stau la baza unei asemenea lucrări.

În cursul anului 1957 şi primele luni ale anului 1958 s-au executat lucrările pentru punerea în funcţiune a acestei instalaţii, iar la data de 15 mai 1958 s-a putut desfăşura pe acest stadion prima competiţie de fotbal în nocturnă. În fotografiile alăturate se arată aspectele de zi şi de noapte ale stadionului Republicii cu instalaţia de iluminat nocturn montată (fig. 1 şi 2).

Înainte de a intra în obiectul propriu-zis al acestui articol se vor reaminti pe scurt elementele constructive ale instalaţiei de iluminat, aşa cum au fost realizate şi puse în funcţiune.

*) Ing. *P. Militaru* este şef de lucrări la Inst. Politehnic Bucureşti şi inginer la Inst. de Studii şi Proiectări Energetice. Ing. *W. Schapira* este asistent la Inst. de Construcţii Bucureşti şi inginer la Departamentul Energiei Electrice.

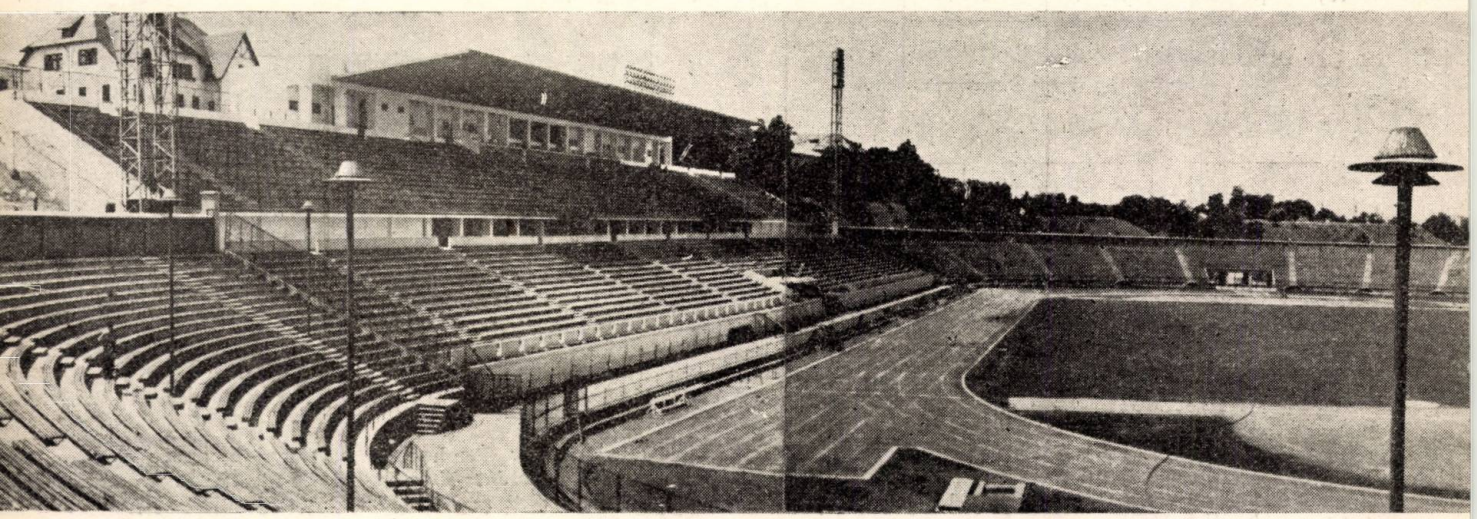


Fig. 1. Aspectul de zi al stadionului R

Instalația de iluminat nocturn cuprinde 273 proiectoare de 1 kW montate pe 5 stîlpi, și pe o construcție metalică fixată pe copertina tribunei principale. Dintre stîlpii de susținere a proiectoarelor, 4 sînt amplasați aproximativ la colțurile terenului, iar al cincilea la mijlocul laturii mari, opusă tribunei principale (fig. 15). Stîlpii sînt construcții metalice cu zăbrele executați din corniere avînd o înălțime de 36,5 m deasupra nivelului terenului de joc. Pe fiecare stîlp sînt montate 45 proiectoare pe un panou de 6 m înălțime și 3 m lățime, pe 9 rînduri orizontale a cîte 5 proiectoare. Pe copertină sînt montate 48 proiectoare pe un panou de 2 m înălțime și 16 m lățime, pe 3 rînduri orizontale a cîte 16 proiectoare. Greutatea unui stîlp este de 6850 kg. Stîlpii sînt încastrați în fundații de beton de formă paralelipipedică.

Aparatele de iluminat utilizate sînt: proiectoare cu repartiția concentrată a fluxului luminos tip „Spiegel Anleuchter Weitstrahler" fabricate în R.D. Germană. Curba fotometrică

Fig. 2. Aspectul de noapte al stadionului Republicii cu instalația de iluminat în funcțiune.

cu stîlpii de susținere a proiectoarelor.

a proiectoarelor este dată în fig. 3 și este asigurată numai pentru lămpi cu filament concentrat, adică lămpi speciale de proiector.

Alimentarea cu energie electrică a instalației de iluminat nocturn s-a făcut de la 2 posturi de transformare, din care unul poate deservi și alți abonați ai întreprinderii de electricitate (*PT 1*), pe cînd cel de-al doilea servește exclusiv pentru alimentarea instalației stadionului (*PT 2*). De la tabloul general *TG 1* din postul de transformare *PT 1* se alimentează prin cabluri de joasă tensiune tablourile de distribuție *T1*, *T2* și *T3* de la bazele stîlpilor Nr. *1*, *2* și *3*. De la tabloul general *TG 2* din postul de transformare *PT 2* se alimentează tablourile de distribuție *T4*, *T5* și *Tc* de la bazele stîlpilor Nr. *4* și *5*, respectiv de pe copertină. Schema instalației de alimentare cu energie electrică a proiectoarelor este dată în fig. 4.

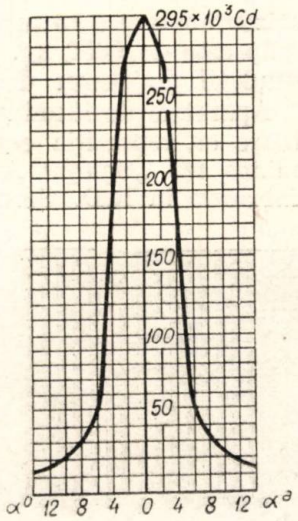


Fig. 3. Curba fotometrică a proiectoarelor utilizate.

2 Montarea instalației de iluminat nocturn

a). *Asamblarea și ridicarea stîlpilor metalici.* Cei 5 stîlpi metalici ai instalației au fost confecționați în atelier din cîte 6 tronsoane (inclusiv tronsonul din fundație) cu zăbrelele îmbinate prin sudură. Îmbinările dintre tronsoane s-au realizat prin buloane. Stîlpul are o secțiune dreptunghiulară și este alcătuit din 8 montanți din bare corniere de oțel.

Tronsonul inferior, avînd o înălțime de 3 m este încastrat în fundație, deasupra solului rămînînd capetele montanților care servesc pentru îmbinarea cu tronsonul următor prin intermediul buloanelor. După ridicarea stîlpilor, s-a turnat un soclu de beton deasupra fundației propriu-zise pentru acoperirea îmbinărilor cu buloane.

Asamblarea stîlpilor metalici s-a făcut în poziție orizontală, fiind așezați pentru ridicare perpendicular pe latura mare sau pe latura mică a bazei stîlpului, după terenul care a stat la dispoziție. Astfel stîlpii Nr. *1*, *3*, *4* și *5* au fost așezați pe sol gata pentru ridicare cu axa perpendiculară pe tribună, deci pe latura mare a bazei stîlpului, iar stîlpul Nr. *2* a fost așezat cu axa paralelă cu tribuna. La asamblare s-a avut grijă ca să se asigure continuitatea axelor montanților, pentruca stîlpii să nu prezinte în poziție ridicată deformații ale

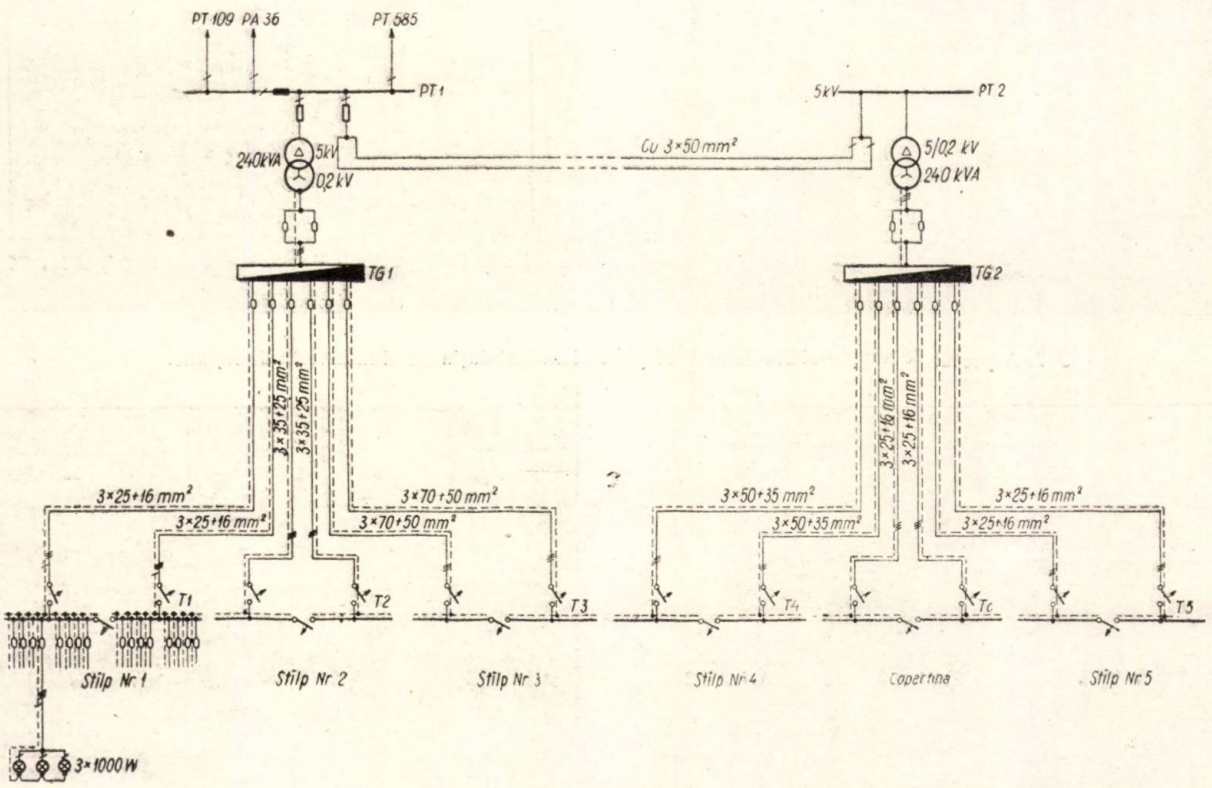
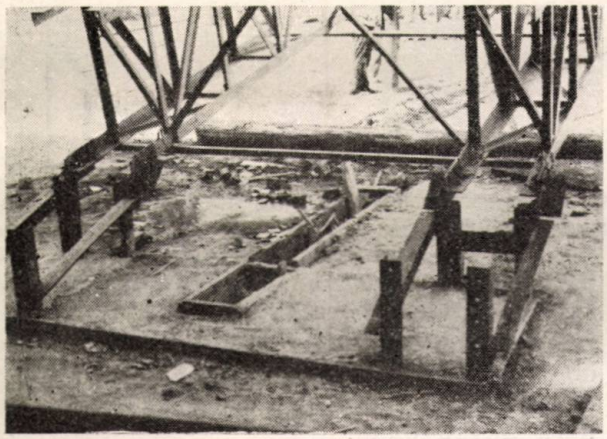


Fig. 4. Schema de alimentare cu energie electrică a proiectoarelor.

formei geometrice, ceea ce ar fi dăunat mai ales aspectului lor estetic.

Ridicarea stîlpilor s-a făcut prin basculare în jurul laturii mari sau mici a bazei stîlpului cu ajutorul unor șarniere fixate de capetele



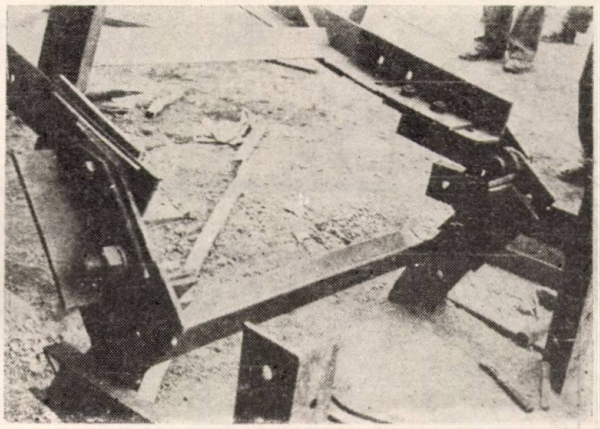


Fig. 5 *a* și *b*. Șarniere pentru ridicarea stîlpilor metalici.

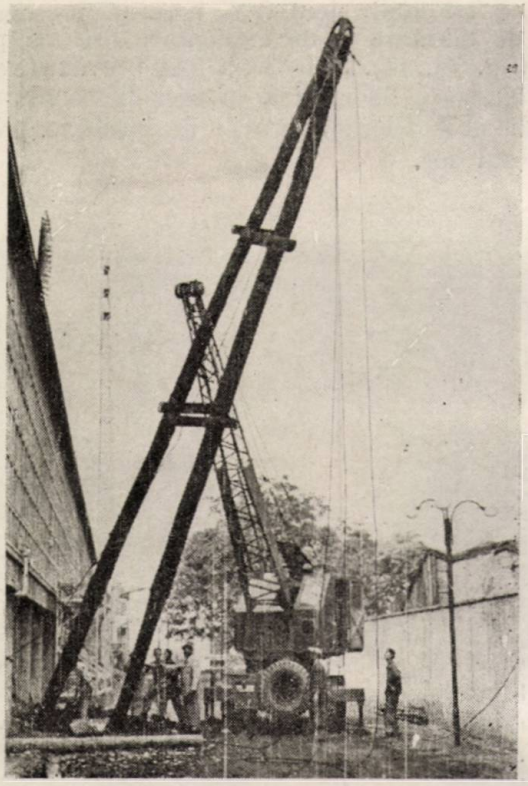


Fig. 6. Montarea caprei de lemn.

montanților încastrați în fundație. (fig. 5, *a* și *b*). Ca mecanism de tracțiune s-a utilizat un troliu acționat manual dimensionat pentru o forță de tracțiune de 5 tone (fig. 11). Cablul de tracțiune a fost trecut peste o rolă fixată în vîrful unei capre de lemn (fig. 6, 10). Pentru a micșora forța de tracțiune necesară în etapa inițială a operației de ridicare, unii stîlpi metalici au fost ridicați cu ajutorul unei macarale de 10 tone montate pe autocamion atît cît permitea gabaritul sub cîrligul macaralei și sprijiniți apoi cu suporți de lemn, astfel că ridicarea cu ajutorul troliului începea în mod avantajos din poziție înclinată a stîl-

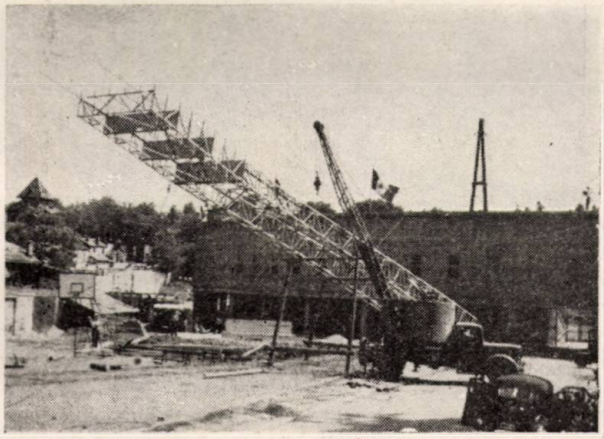


Fig. 7. Pregătirea stîlpului Nr. 3 pentru ridicare.

Fig. 8. Ancoră pentru ghidarea stîlpului metalic în timpul ridicării.

pilor (fig. 7). În tot timpul operației de ridicare stîlpii au fost ghidați în patru direcții cu ajutorul a patru ancore reglabile (fig. 8).

Schema ridicării stîlpului Nr. *3* se vede în fig. 9, în care nu apar ancorele stîlpului. Pentru acest stîlp capra cu rolă s-a fixat deasupra tribunei (fig. 9, 10), iar troliul s-a amplasat pe sol lîngă tribuna opusă (fig. 11). În fig. 12 se poate vedea stîlpul Nr. *2* în timpul operaţiei de ridicare şi o parte din dispozitivele folosite pentru această operaţie.

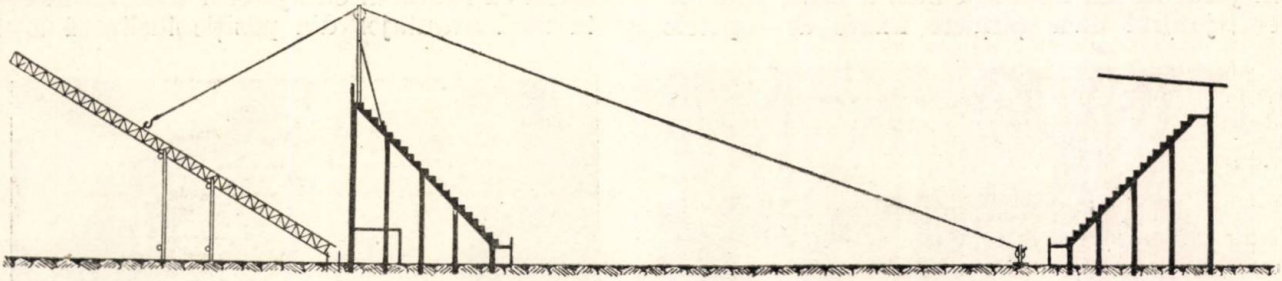


Fig. 9. Schema ridicării stîlpului Nr. 3.

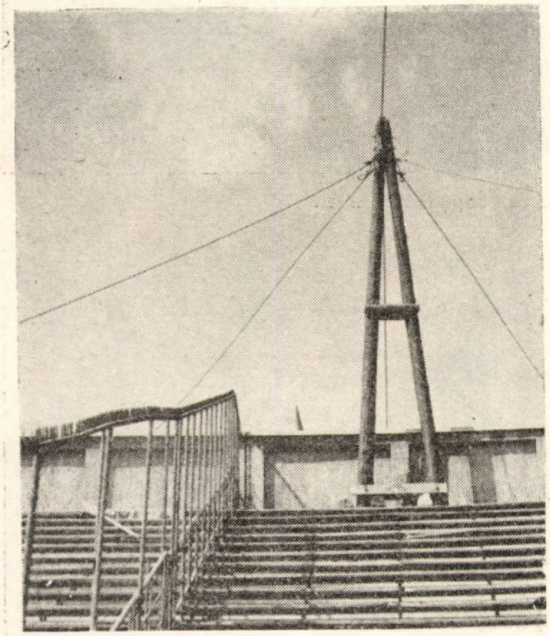


Fig. 10. Capra de lemn cu rolă în timpul ridicării stîlpului Nr. 3.

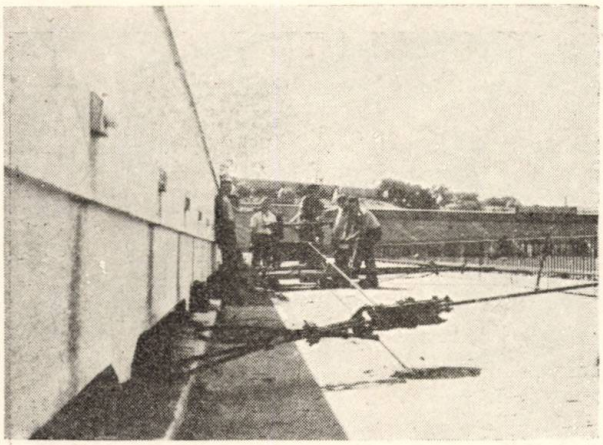


Fig. 11. Troliul pentru ridicarea stîlpului.

Pentru protecţia contra loviturilor de trăznet, pe fiecare stîlp s-au montat cîte două tije metalice de paratrăznet de 1,5 m înălţime. Tijele sînt fixate de stîlp, iar fiecare stîlp la rîndul său este legat la pămînt printr-o priză de pămînt alcătuită din 5 ţevi metalice de 3 m lungime şi 2,5″ diametru, realizîndu-se astfel o rezistenţă electrică a prizei mai mică de 10 ohmi.

Pe stîlpi a fost executată cîte o scară metalică fixată de doi montanţi de pe faţa din spate a stîlpului, pentru a permite personalului de montare şi de exploatare urcarea pe stîlp (fig. 12, 14). Scările au fost prevăzute cu bare circulare de sprijin, urcarea personalului făcîndu-se la fel ca la scările de incendiu prin interiorul lor.

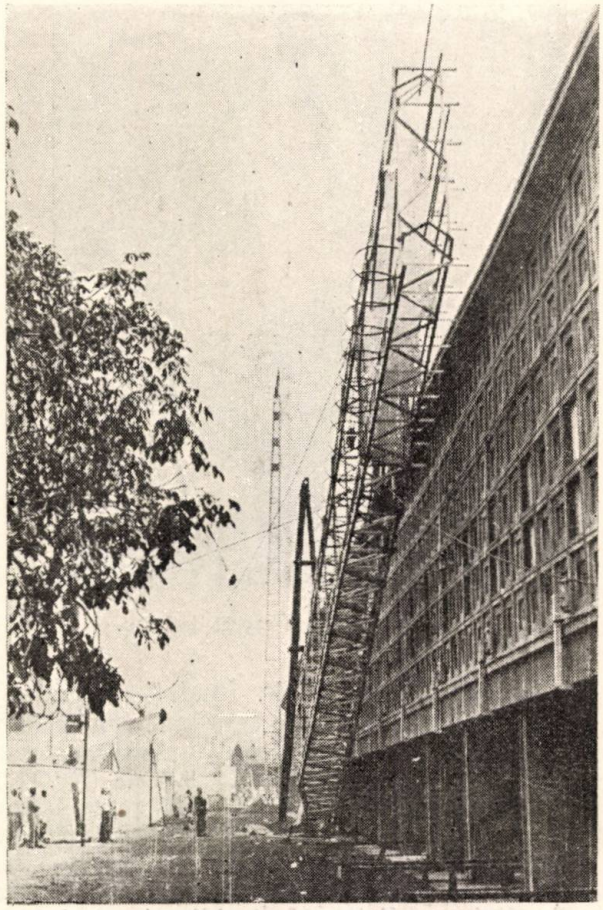


Fig. 12. Stîlpul Nr. 2 în timpul operaţiei de ridicare.

Platformele din spatele panoului de proiectoare au fost prevăzute cu balustrade din bare corniere pentru a se asigura condiții nepericuloase de muncă la proiectoare.

Ținînd seama de lipsa de disciplină a unor spectatori ai competițiilor sportive, baza fiecărui stîlp urmează a fi acoperită cu tablă pînă la o înălțime de cca 2 m, pentru a împiedica într-o oarecare măsură urcarea lor pe stîlp.

b) *Montarea și reglarea proiectoarelor.* Pentru obținerea unei repartiții uniforme a iluminărilor pe suprafața terenului stadionului, proiectoarele trebuie să fie montate corect, astfel ca axele lor optice să fie dirijate în spațiu conform prioectului. Dirijarea proiectoarelor a fost stabilită prin calcule extrem de laborioase a iluminărilor orizontale date de fiecare proiector și a însumării acestor iluminări în cca 500 puncte de pe suprafața terenului. Atribuind proiectoarelor de pe un stîlp numere de ordine de la 1 la 45, proiectoarele fiind numerotate începînd de la stînga la dreapta și de sus în jos, se dau în tabela *1* valorile unghiurilor α și δ pentru dirijarea axei optice a proiectoarelor de pe stîlpul Nr. *2*. Unghiul α este unghiul axei optice față de planul vertical al panoului pe care sînt montate proiectoarele. Unghiul δ este unghiul axei optice față de planul vertical perpendicular pe panoul pe care sînt montate proiectoarele.

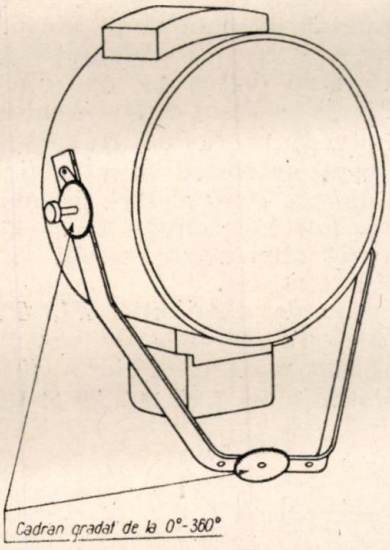


Fig. 13. Schița proiectorului cu cadranele gradate.

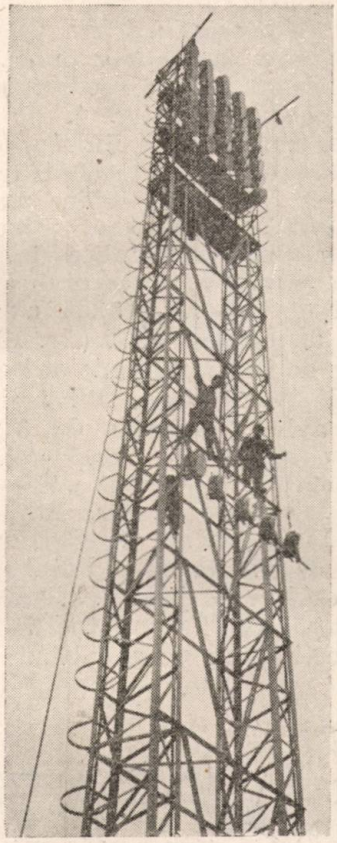


Fig. 14. Ridicarea proiectoarelor pe stîlp.

În scopul reglării proiectoarelor după valorile unghiurilor α și δ, fiecare proiector a fost dotat cu cîte 2 cadrane gradate de la 0 la 360° (fig. 13). Fiecare șir orizontal de 5 proiectoare este montat pe o bară orizontală din oțel cornier. Reglarea și fixarea proiectoarelor

Valorile unghiurilor α și δ pentru montarea proiectoarelor de pe stîlpul Nr. *2* *Tabela 1*

Nr. proiector	α (°)	δ (°)	Nr. proiector	α (°)	δ (°)	Nr. proiector	α (°)	δ (°)	Nr. proiector	α (°)	δ (°)
1	64°40′	−45°	13	61°	−12°	25	56°40′	+20°	37	51°40′	−9°
2	64°40′	+5°	14	61°	+3°	26	56°40′	−20°	38	51°40′	−3°
3	64°40′	+9°	15	61°	+8°	27	56°40′	−13°	39	51°40′	0
4	64°40′	+13°	16	61°	−8°	28	56°40′	−6°	40	51°40′	+3°
5	64°40′	+17°	17	61°	−5°	29	51°40′	+35°	41	51°40′	−37°
6	64°40′	−34°	18	61°	−2°	30	51°40′	+37°	42	51°40′	−35°
7	64°40′	−9°	19	61°	0°	31	51°40′	+9	43	51°40′	−27°
8	64°40′	−5°	20	61°	+45°	32	51°40′	+12°	44	51°40′	−22°
9	64°40′	0°	21	56°40′	0	33	51°40′	+17°	45	51°40′	−17°
10	64°40′	+34°	22	56°40′	+6°	34	51°40′	+22°			
11	64°40′	−17°	23	51°	+12°	35	51°40′	+27°			
12	64°40′	−13°	24	56°40′	+13°	36	51°40′	−12°			

pe bara cornieră s-a făcut pe sol, după care fiecare bară cu șirul respectiv de proiectoare a fost ridicată cu ajutorul a doi scripeți și fixată pe panoul de montare a proiectoarelor (fig. 14).

c) *Montarea instalației de alimentare cu energie electrică și a instalațiilor aneze.* Instalația de alimentare cu energie electrică a fost montată după schema din fig. 4.

Postul de transformare *PT 1* a fost montat într-o clădire de zid. Postul de transformare *PT 2* a fost montat în cabine metalice și a fost amplasat lîngă tribuna principală (fig. 15). În aceste cabine metalice sînt adăpostite barele colectoare, 2 separatoare de 6 kV, transformatorul de 240 kVA 5/0,4 kV și tabloul general de distribuție *TG 2* (fig. 16, 17 și 18).

Cablurile de înaltă tensiune de legătură între posturile de transformare *PT 1* și *PT2* sînt de cupru avînd secțiunea de 3×50 mm^2, secțiune justificată din considerente de stabilitate termică la scurtcircuite. Traseele acestor cabluri sînt arătate în fig. 15.

De la tabloul general de distribuție *TG 1* din postul de transformare *PT 1* sînt alimentate prin cabluri de joasă tensiune, tablourile de distribuție *T1*, *T2* și *T3* de la bazele stîlpilor respectivi, iar de la tabloul general de distribuție *TG2* din postul de transformare *PT 2* tablourile de distribuție *T4*, *T 5* și *Tc* de la bazele stîlpilor respectivi și de pe copertină. Traseele cablurilor de joasă tensiune amintite sînt indicate în fig. 15. Secțiunile acestor cabluri au fost dimensionate astfel ca să se obțină aceiași cădere de tensiune de la bornele transformatorului pînă la baza stîlpului. S-au utilizat cabluri de cupru avînd în vedere gradul de siguranță cerut pentru aceste instalații. Legăturile dintre tablourile generale *TG 1* și *TG 2* și între tablourile respective *T1*, *T2*, *T3*, *T4* *T5* și *Tc* s-au realizat prin cîte două cabluri trifazate fiecare cablu putînd transporta întreaga sarcină aferentă unui tablou.

Pentru asigurarea continuității în funcționare, în caz de defect pe unul din cele 2 cabluri de joasă tensiune, care alimentează proiectoarele situate pe fiecare stîlp, s-a prevăzut deconectarea automată a cablului defect (la capătul dinspre consumator) și conectarea automată a întrerupătorului de cuplă, realizîndu-se astfel alimentarea secției de bare rămasă fără tensiune.

Tablourile de distribuție *T1*, *T2*, *T3* *T4* și *T5* inclusiv aparatele de conectare și siguranțele sînt montate în cîte o cutie metalică avînd dimensiunile 1,95 × 2,00 × 1,00 m, care

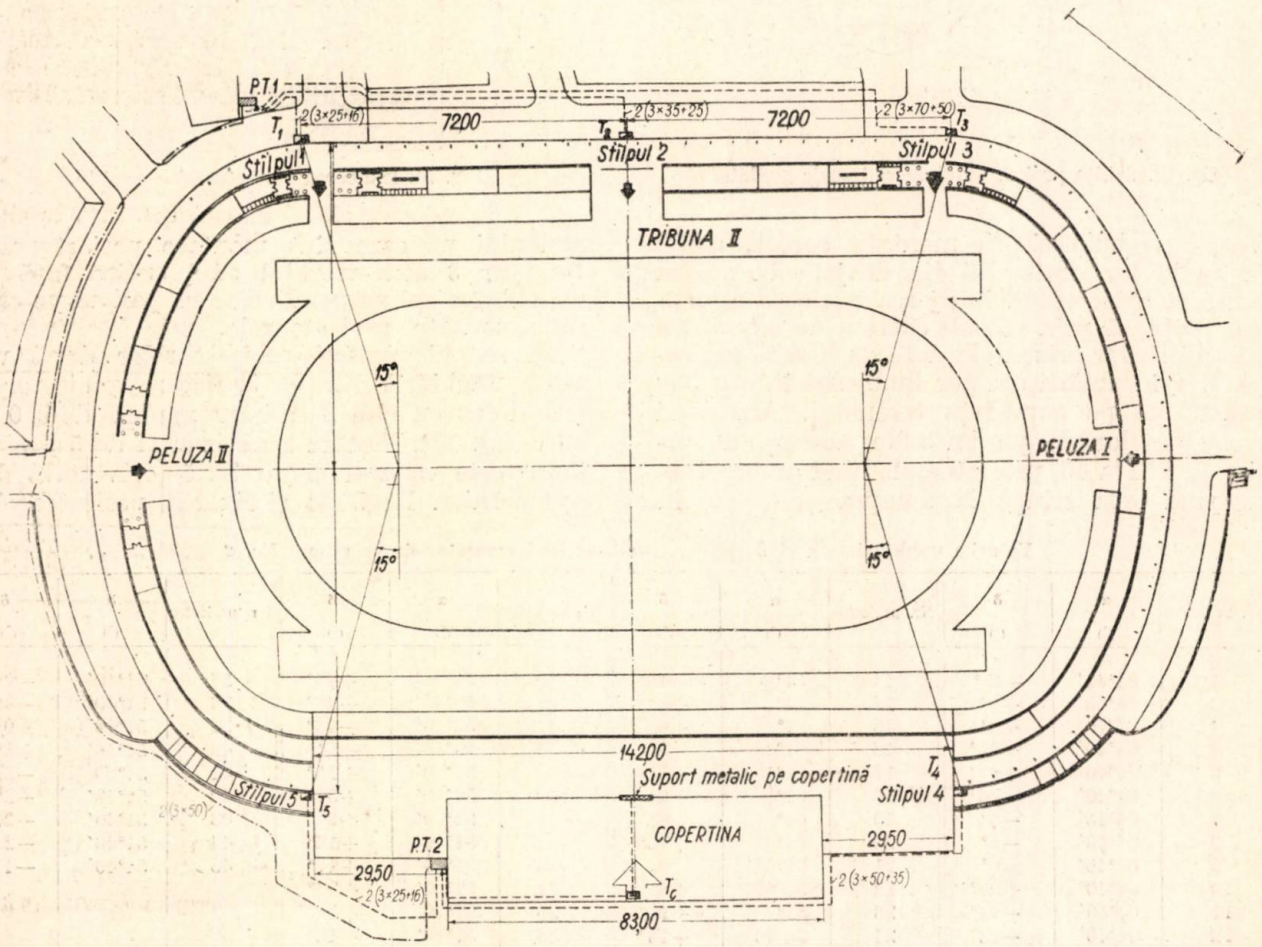


Fig. 15. Planul de situație al stadionului cu amplasarea posturilor de transformare, a stîlpilor și cu traseele cablurilor.

a fost amplasată fiecare la baza stîlpului respectiv, între montanții acestuia (fig. 19). Inițial se prevăzuse subîmpărțirea fiecărei subgrupe de proiectoare în secții de cîte 6, puse sau scoase din funcțiune prin cîte un întrerupător automat de 25 A. Ulterior datorită

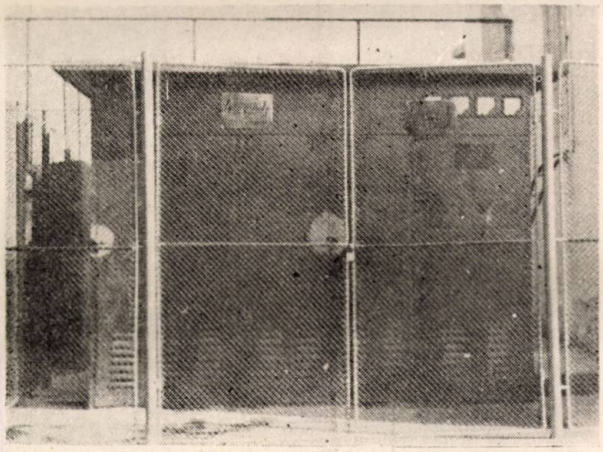


Fig. 16. Postul de transformare *PT 2* în cabine metalice.

greutăților în obținerea cablurilor multifilare și din motive de economie s-a renunțat la această subîmpărțire. Pentru o mai bună protecție a circuitelor proiectoarelor s-a prevăzut montarea de siguranțe automate pe tabloul de joasă tensiune de la baza stîlpului.

Pentru o exploatare ușoară, în interiorul cutiilor metalice de la baza stîlpilor au fost executate instalații de iluminat alimentate la tensiune redusă (8 V) prin intermediul unor mici transformatoare. Prin montarea tablourilor de distribuție ale proiectoarelor la baza stîlpilor și pe copertină s-au realizat condiții comode de exploatare. Identificarea circuitului fiecărui proiector se poate face ușor și fără echivoc, în urma etichetării fiecărei siguranțe.

Alimentarea proiectoarelor se face prin cabluri trifazate cu conductor neutru, cu izolație uscată de $4 \times 2{,}5$ și de $4 \times 1{,}5$ mm^2 secțiune, fixate de stîlp cu ajutorul bridelor din 3 în 3 metri. Fiecare cablu alimentează trei proiectoare, cîte unul pe fiecare fază, conductorul neutru fiind comun. În cazul defectării circuitului de alimentare a unui proiector, declanșează siguranța automată de pe tabloul de joasă tensiune, iar circuitul este repus în funcțiune prin simpla reconectare a siguranței. Pentru protejarea personalului de exploatare împotriva tensiunilor de atingere, s-a prevăzut protecție prin punere la pămînt prin stîlpul metalic al carcaselor metalice ale proiectoarelor, care în mod normal nu se află sub tensiune, dar care ar putea fi pusă în legătură cu una din faze, în urma unei deteriorări a izolației.

Într-o etapă viitoare urmează a se monta o instalație de comandă centralizată, cu ajutorul căreia se vor putea acționa dintr-un singur loc toate întrerupătoarele de joasă tensiune.

Iluminatul căilor de acces la stadion s-a realizat prin instalații de iluminat exterior cu globuri sferice montate pe stîlpi din țeavă (fig. 20). Deoarece nu există case de bilete pe stadion, nu s-a prevăzut iluminat de siguranță alimentat prin baterie de acumulatoare. În

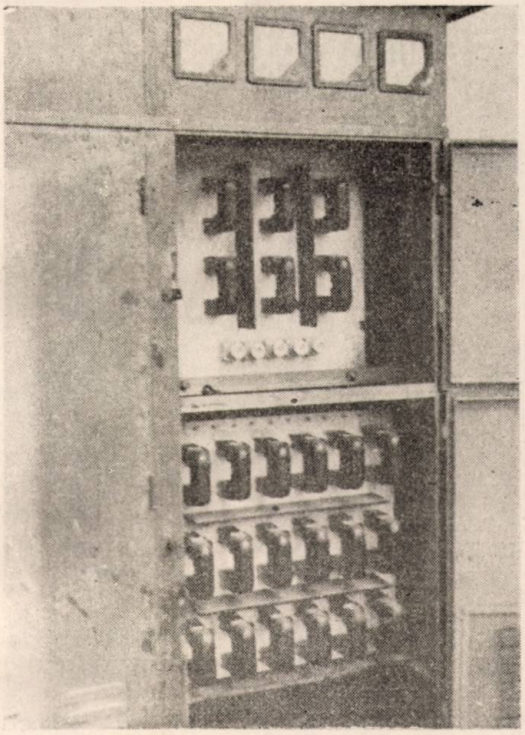


Fig. 17. Tabloul general de distribuție montat în cabină metalică la postul de transformare *PT 2*.

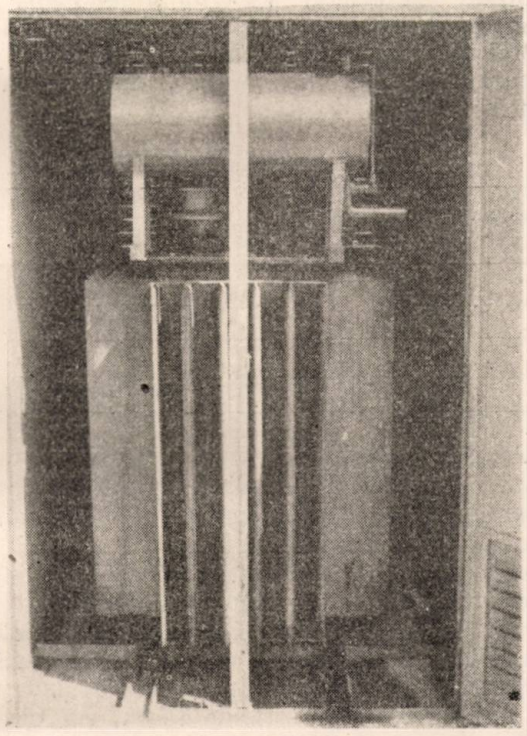


Fig. 18. Transformatorul montat în cabină metalică la postul de transformare *PT 2*.

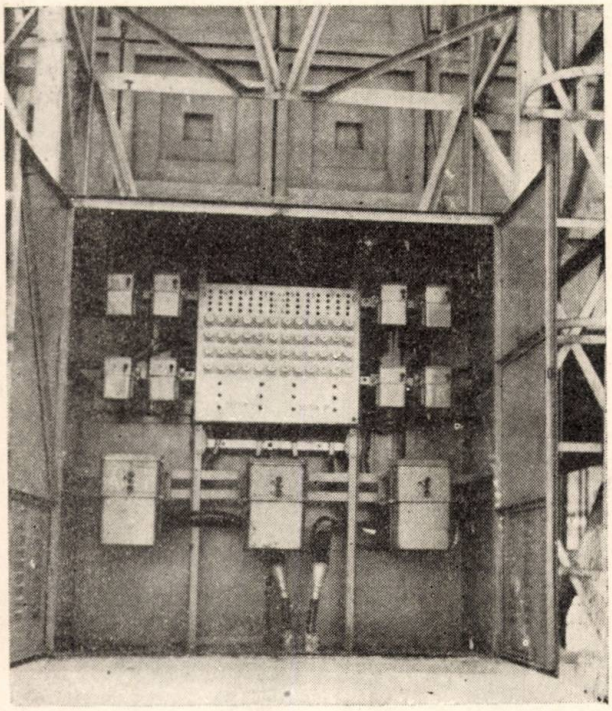


Fig. 19. Tabloul de distribuție T montat în cutie metalică așezată la baza stîlpului (ușa deschisă).

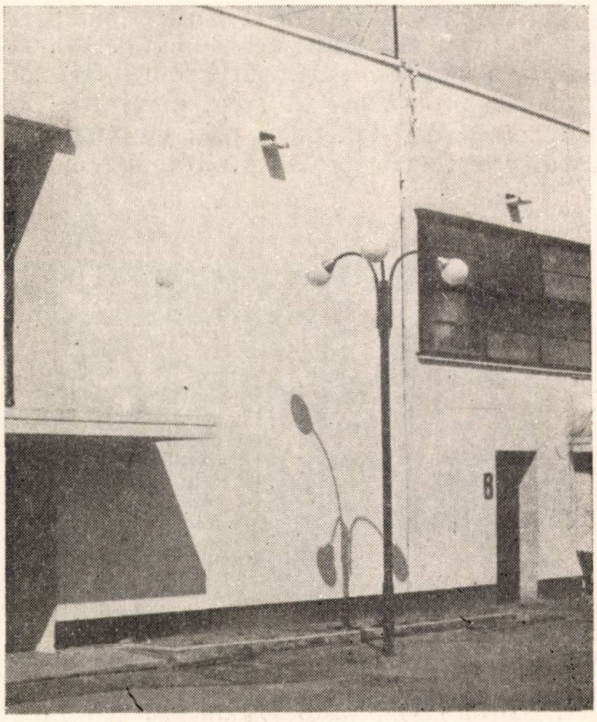


Fig. 20. Stîlp cu globuri sferice pentru iluminatul căilor de acces (aspect de zi).

ceea ce privește iluminatul de orientare al tribunelor, s-a constatat încă din timpul probelor că iluminatul tribunelor este suficient datorită fluxului luminos primit de la proiectoare și că nu este necesară o instalație specială.

3. **Rezultate de exploatare ale instalației de iluminat nocturn.** a) *Valorile iluminărilor obținute și calitatea instalației de iluminat.* Caracteristicile luminotehnice obținute pe teren față de cele prevăzute în proiect, sînt prezentate în tabela 2.

Tabela 2

Caracteristicile lumino-tehnice

Caracteristică	E_{med} lx	E_{min} lx	E_{max} lx	$\frac{E_{min}}{E_{med}}$	$\frac{E_{med}}{E_{max}}$	Observații
Calculată	160	120	175	$\frac{1}{1,33}$	$\frac{1}{1,09}$	
Măsurată	175[1])	100	205	$\frac{1}{1,75}$	$\frac{1}{1,16}$	[1]) Rezultată din măsurători

Valorile iluminărilor orizontale realizate pe teren corespund în general cu cele calculate. Iluminarea este uniformă și suficient de puternică. Iluminările verticale sînt mai puternice decît cele orizontale și valorile măsurate corespund deasemeni cu rezultatele obținute din calcul. Datorită dirijării judicioase a proiectoarelor, astfel ca fluxul luminos al aparatelor de pe un stîlp să fie difuzat pe o cît mai mare suprafață de teren, s-a obținut o iluminare verticală relativ uniformă și puternică.

La prima competiție sportivă care a avut loc, s-a realizat o vizibilitate foarte bună din orice colț al terenului; astfel s-au putut distinge de către spectatori din orice loc al tribunelor figurile jucătorilor, mingea pînă la înălțimea de 8—10 m și orice alte detalii. Este interesant de arătat că deși nu s-a urmărit acest lucru, întreaga competiție a putut fi transmisă prin televiziune în bune condițiuni, iar fazele mai interesante au fost filmate pentru jurnalul de actualități.

Unul din criteriile importante pentru aprecierea calitativă a caracteristicilor luminotehnice ale unei instalații cu numeroase și puternice surse luminoase este evitarea fenomenului de orbire. În calculele efectuate s-a folosit o formulă empirică recomandată de Meșcov, verificîndu-se ca valorile coeficientului de orbire să nu depășească cifra de 4. Rezultatele calculelor au arătat că valorile acestui coeficient nu depășesc această cifră chiar dacă se consideră strălucirea mediului înconjurător $B = 4 \cdot 10^{-4}$ sb. În realitate s-a constatat că fenomenul de orbire nu se manifestă, strălucirea aparatelor de iluminat menținîndu-se în limite care sînt departe de a fi supărătoare pentru jucători sau spectatori. Este interesant de arătat că menținerea aprinsă a proiectoarelor numai de pe un singur stîlp, provoacă într-o oarecare măsură fenomenul de orbire dacă se dirijează privirea înspre surse, deoarece contrastul dintre strălucirea suprafețelor proiectoarelor și strălucirea extrem de redusă a mediului înconjurător se remarcă

relativ puternic. Cînd întreaga instalație este în funcțiune datorită difuzării fluxului luminos, fenomenul de orbire dispare complet. Din cele de mai sus rezultă că nu este cazul ca în pauza unei competiții să se stingă cea mai mare parte din proiectoare.

În ceea ce privește umbrele, trebuie arătat că acestea erau complet estompate și nu deranjează de loc buna desfășurare a jocului. Fiecare jucător avea 6 umbre (egal cu numărul de grupuri de proiectoare) însă ele abia se puteau observa.

b) *Tensiunea de alimentare a lămpilor.* Instalația pentru iluminatul nocturn al unui stadion necesită o posibilitate de reglaj a tensiunii, pentruca aceasta să poată fi menținută constantă și la nivelul dorit.

În asemenea instalații reglajul tensiunii se face deobiceiu cu transformatoare sau autotransformatoare reglabile sub sarcină, comandate automat și amplasate cît mai aproape de consumatori. Realizarea unei astfel de soluții necesită 6 transformatoare care urmau a fi montate de picioarele stîlpilor. Reglajul tensiunii s-ar fi putut rezolva și cu 2 transformatoare montate în posturile de transformare; în acest caz ele ar trebui să compenseze și căderea de tensiune din cablurile de joasă tensiune.

Deoarece pe stadionul Republicii se vor monta transformatoare de reglaj deabia în etapa II-a, în prezent posibilitățile de reglaj ale tensiunii se reduc la prizele transformatoarelor de fabricație curentă; acestea sînt montate pe înfășurarea primară și au domeniul de $\pm 5\%$ iar manevrarea lor se poate face numai cu transformatorul scos de sub tensiune. Transformatoarele utilizate pe stadionul Republicii sînt de 240 kVA avînd raportul de transformare 6(5)/0,4(0,2) kV conectat la 5/0,2 kV. La tensiune nominală în rețeaua de 5 kV se obține deci (la funcționarea în gol a transformatorului) tensiunea pe fază de 116 V. Din măsurătorile efectuate în punctul de alimentare la care este conectat cablul distribuitor care formează alimentarea stadionului rezultă că tensiunea variază între 5425 și 5125 V. Ținînd seama de limitele reduse de reglaj a tensiunii și de numărul redus de ore de funcționare al instalației de iluminat nocturn, lămpile au fost comandate pentru tensiunea nominală de 110 V. Deoarece competițiile nocturne încep în jurul orei 20, adică aproape de ora de vîrf rezultă că o mare parte a meciului se va desfășura la tensiune scăzută. Ținînd seama de cele de mai sus s-au efectuat calcule și experiențe asupra nivelului tensiunii la cele 3 prize posibile: 5000 + 5%, 5000, 5000 − 5%; rezultatele au fost evident în favoarea funcționării la priza de 5000 − 5% obținîndu-se o supratensionare de aproximativ 5% a lămpilor. În acest fel fluxul lămpilor s-a mărit cu cca 18%, scurtîndu-se durata de viață la 530 ore față de 1000 ore normale.

c) *Impresii ale publicului și jucătorilor.* Inaugurarea instalației de iluminat nocturn a stadionului Republicii a avut loc în seara zilei de 15 mai 1958, cînd s-a disputat meciul de fotbal între echipa Dinamo Moscova și reprezentativa B a Republicii Populare Romîne. Acest meci inaugural a fost precedat de o serie de antrenamente și de meciuri de probă pentru verificarea calității iluminatului. Toți cei cari au asistat la inaugurare au făcut aprecieri favorabile asupra calității instalației de iluminat.

Spectatorii au avut o vizibilitate bună a desfășurării meciului din orice loc al tribunelor. S-au putut distinge figurile jucătorilor și mingea, atît pe sol cît și în aer. Nu au existat fenomene supărătoare de orbire, datorită faptului că proiectoarele erau în afara cîmpului vizual normal al spectatorilor și jucătorilor. Tribunele au fost suficient iluminate prin fluxul luminos dispersat de către proiectoare.

Deși nu s-a urmărit ca instalația de iluminat nocturn a stadionului să permită televizarea competițiilor sportive, meciul de inaugurare a acestei instalații a fost totuși transmis prin televiziune. Spectatorii care au urmărit desfășurarea meciului în fața ecranelor televizoarelor au declarat că transmisia a fost reușită, putîndu-se viziona, în foarte bune condiții meciul transmis. Crainicii studioului de televiziune au făcut aprecieri elogioase asupra instalației de iluminat nocturn. Cîteva scene din meci au fost filmate și introduse într-un jurnal de actualități.

Jucătorii celor două echipe de fotbal, care au luat parte la meciul de inaugurare, au declarat că instalația de iluminat a permis desfășurarea în condiții optime a meciului, cu toate că jucătorii romîni participaseră unii la foarte puține meciuri în nocturnă, iar alții la nici un astfel de meci. În numele jucătorilor echipei Dinamo, antrenorul echipei Blincov și căpitanul echipei Rîșchin au semnat o apreciere scrisă asupra instalației din care se citează următoarele:

„Toți fotbaliștii din Moscova care au participat la acest meci apreciază în unanimitate drept foarte bună iluminarea terenului de joc remarcînd că: iluminarea este uniform repartizată, umbrele aproape că nu se observă, nu se cer eforturi vizuale și nu apare fenomenul de orbire, atunci cînd mingea este la înălțime. Echipa de fotbal din Moscova, care a evoluat adeseori pe numeroase stadioane din lume înzestrate cu instalații de lumină artificială ca de exemplu: la Zürich, Paris, Rio de Janeiro, Montevideo, Praga, Santiago și în orașele din U.R.S.S., constată cu satisfacție că iluminarea stadionului Republicii din București se prezintă drept una din cele mai bune".

În toate cronicele sportive ale ziarelor s-au făcut aprecieri elogioase asupra instalației de iluminat nocturn a stadionului. Astfel ziarul Sportul Popular din 26 aprilie 1958 după ce enumeră o serie de date tehnice asupra acestei instalații comparativ cu instalații similare din alte țări, scrie textual: „Instalația de la stadionul Republicii este mai puternică decît cea a marii majorități a stadioanelor Europei. Fără alte amenajări speciale, ea oferă condiții și pentru televizarea meciurilor în nocturnă. Acestor date comparative edificatoare, li s-au adăogat aseară elogiile unor fotbaliști de frunte (Toma, Voinescu, Constantin, Tătaru), care consideră noua instalație ca o admirabilă realizare". Cronicarii sportivi de la ziarele Scînteia Romînia Liberă, Informația Bucureștiului și Neuer Weg au avut deasemenea cuvinte de laudă asupra instalației realizate.

4. Concluzii

Proiectarea și montarea instalațiilor de iluminatul stadionului Republicii cu toate problemele tehnice din diferite domenii care le necesită, a fost abordată și dusă la capăt cu succes de către tehnicienii și inginerii din țara noastră. Metodele de muncă și dispozitivele de montare folosite pentru executarea acestei instalații expuse în cadrul acestui articol pot servi pentru documentarea celor care se vor ocupa în viitor cu realizarea de instalații pentru iluminatul terenurilor sportive.

Rezultatele măsurătorilor de iluminări arată că s-au obținut nivelele de iluminare dorite și că repartiția iluminărilor pe teren prezintă o bună uniformitate. Impresiile spectatorilor, jucătorilor de fotbal și ale cronicarilor sportivi ai ziarelor sînt unanime în ceea ce privește aprecierea reușitei acestei instalații pentru iluminatul nocturn al stadionului Republicii, prima de acest fel din țara noastră.

Bibliografie

[1] *Schapira W.* și *Militaru P.*: Instalații pentru iluminatul nocturn al stadioanelor. Prezentarea instalației proiectate pentru stadionul Republicii din București, Electrotehnica 5 (1957) 10, 311–324.

Aspecte din activitatea experimentală a uzinei „Electroputere"

BALÁZS MÁTHÉ – Craiova*)

Alături de activitatea de proiectare și construcție încercările experimentale constituie una din activitățile importante ale fabricilor constructoare de mașini și aparate din țară. În articol se prezintă aspecte din activitatea de încercări experimentale a laboratoarelor fabricii „Electroputere".

CZ 621.312(R)

Creșterea rapidă, în anii puterii populare a potențialului industrial al economiei naționale, a impus necesitatea electrificării și mai rapide a țării, electrificarea avînd un rol premergător, în cadrul planurilor de industrializare socialistă.

Realizarea planului măreț de electrificare a țării a depins în mare măsură de crearea unei industrii proprii electrotehnice, care să rezolve cu maximum de operativitate, în condițiile exigențelor mereu crescînde ale economiei naționale, toate problemele legate de activitatea practică în acest domeniu. Deoarece unitățile industriale, existente, n-au satisfăcut volumul cerințelor, s-au creat o serie de noi fabrici și uzine. Astfel a luat ființă și uzina Electroputere de la Craiova — cea mai mare unitate a industriei electrotehnice din țară. Din anul 1951, primul an de fabricație pe scară industrială, pînă în zilele de astăzi, uzina Electroputere a progresat rapid, atît în ceea ce privește volumul producției, sortimentului, cît și prin calitatea produselor ei. Astfel producția globală a uzinei a crescut circa de șapte ori între anii 1951 — 1957, s-a lărgit sortimentul echipamentului electric necesar electrificării fabricat de uzină, pînă la circa 300 de produse sau circa 1 500 variante constructive diferite (vezi colțul uzinei Electroputere de la expoziția economică regională: fig. 1, 2, 3, 4).

Produsele uzinei sînt contractate pe zi ce trece mai des pentru străinătate, pentru diferite țări ca de exemplu: U.R.S.S., R.D. Coreană, R. Cehoslovacă, India, R.P. Chineză, R.D. Germană, Argentina, Ceilon etc. Numai în ultimii doi ani volumul exportului a crescut de circa opt ori.

Pretențiile exportului și exigențele actuale ale economiei naționale față de calitatea produselor uzinei au impus necesitatea de a lua măsuri pentru a găsi soluții constructive optime și procese tehnologice dintre cele mai adecvate, în cel mai scurt timp posibil. Este lesne de înțeles că acest lucru este irealizabil fără o muncă experimentală susținută, fără înființarea unor baze solide, create în mod special,

*) Ing. *B. Máthé* este șeful laboratorului de încercări al fabricii „Electroputere"

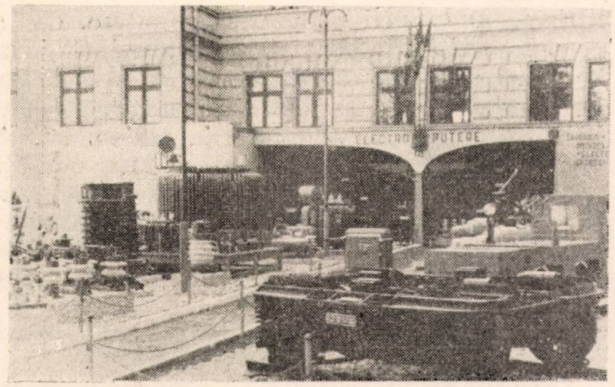


Fig. 1. Colțul uzinei Electroputere de la expoziția economică regională Craiova.

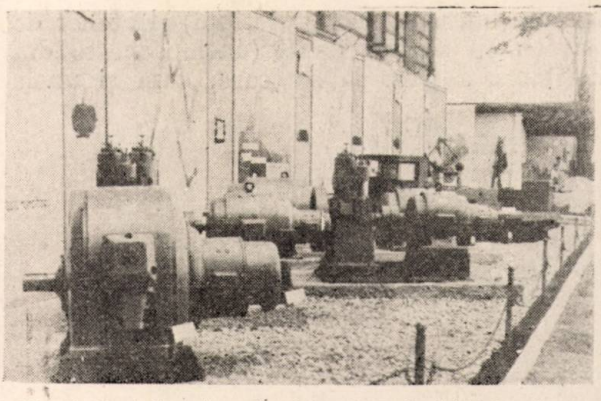


Fig. 2. Mașinile cele mai mici pe care le fabrică uzina.

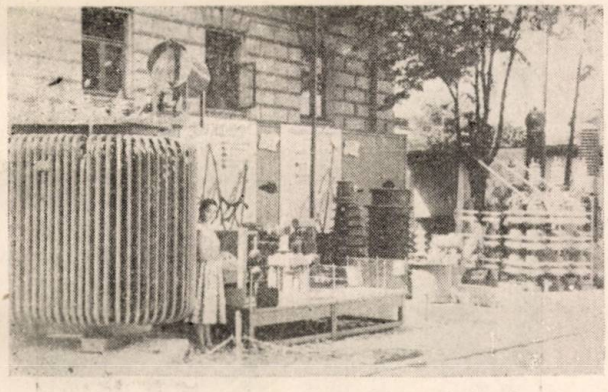


Fig. 3. Cîteva transformatoare de forță și măsură.

Fig. 4. Unele dintre aparatele electrice de înaltă tensiune fabricate de uzină.

în acest scop. Era necesar să se construiască instalații speciale de încercare, să se creeze o bază energetică corespunzătoare și să se formeze cadre de ingineri și tehnicieni specializați în munca experimentală, cu un cuvînt, era necesară crearea în uzină a unei baze experimentale puternice.

I. Lărgirea bazei experimentale din uzină

Specificul activității experimentale din uzina Electroputere constă în aceea, că încercările de control, de tip și încercările cu caracter de cercetare ale echipamentului fabricat de uzină se efectuează incomparabil mai greu, decît în celelalte fabrici ale industriei electrotehnice din R.P.R. Această greutate provine din faptul, că Electroputerea fabrică echipament electric greu, de cea mai mare putere, tensiune și tonaj, din ramură. Încercările produselor uzinei necesită utilajul cel mai greu și cel mai costisitor de încercare, necesită o bază energetică solidă (pentru acoperirea cheltuielilor mari de energie activă și pentru condiționarea unor șocuri de energie reactivă foarte mari), mijloace de transport și ridicare dintre cele mai puternice, măsuri pentru asigurarea siguranței de funcționare a protecției utilajului, măsuri de tehnica securității dintre cele mai variate etc. Executarea încercărilor în condițiile de mai sus devine un act de o deosebită importanță și răspundere.

În uzină, munca experimentală se efectuează de două organe separate : controlul tehnic de calitate și laboratorul central. Organul control tehnic de calitate execută probele de control la producția de serie, iar organul laborator central probele de tip la prototipuri de construcții noi, probele de omologare la seria zero și încercări cu caracter de cercetare. Cele ce urmează se referă la activitatea laboratorului uzinei.

De doi ani de la înființarea laboratorului ca unitate independentă, acesta s-a dezvoltat rapid atît ca utilaj de încercare, cît și ca personal calificat în munca experimentală, rezolvînd cu succes o serie de probleme arzătoare ale uzinei, indicate mai jos. Primul pas făcut în acest sens a fost crearea unor laboratoare metrologice, ateliere de recondiționare a măsurilor și aparatelor electrice și mecanice de măsură.

Fără crearea unei baze metrologice în uzină, înființarea unui fond de etaloane la măsuri și aparate electrice și mecanice de măsură, fără verificări metrologice sistematice nu era posibilă trecerea la o activitate exprimentală de cercetare, de valoare. Astfel, s-au creat pe lîngă laboratorul central al uzinei, laboratoare metrologice în domeniile electric și

mecanic (lungimi, mase, presiuni) şi atelier de reparaţii cu acelaşi profil (unele aspecte din activitatea acestor laboratoare, cum şi unele

Fig. 5. Verificările wattmetrelor.

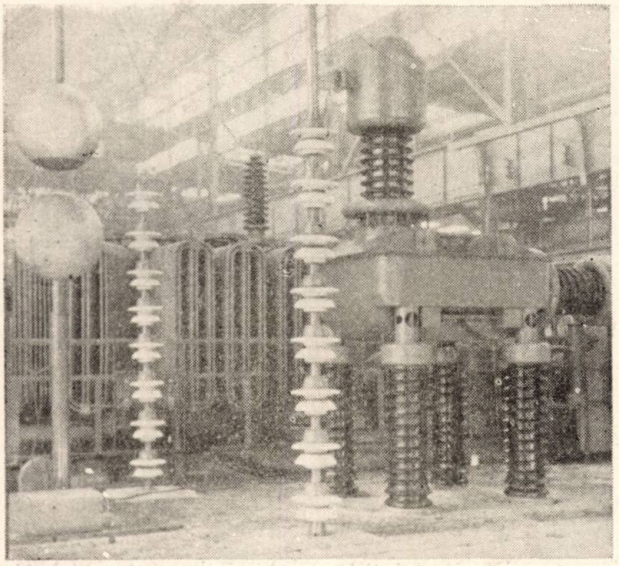


Fig. 6. Una dintre staţiile de înaltă tensiune de 500 kV, de frecvenţă industrială.

satisfac nu numai uzina Electroputere, dar şi celelalte unităţi industriale ale regiunii Craiova.

Principala metodă de creare a acestor laboratoare a fost metoda autoutilării, folosind la maximum rezervele interne ale uzinei. Al doilea pas făcut în scopul creării unor condiţii specifice de încercare era crearea unui stand de curenţi tari, pentru încercarea aparatelor electrice la stabilitate termică şi dinamică. Utilajul standului, aproape în întregime, a fost

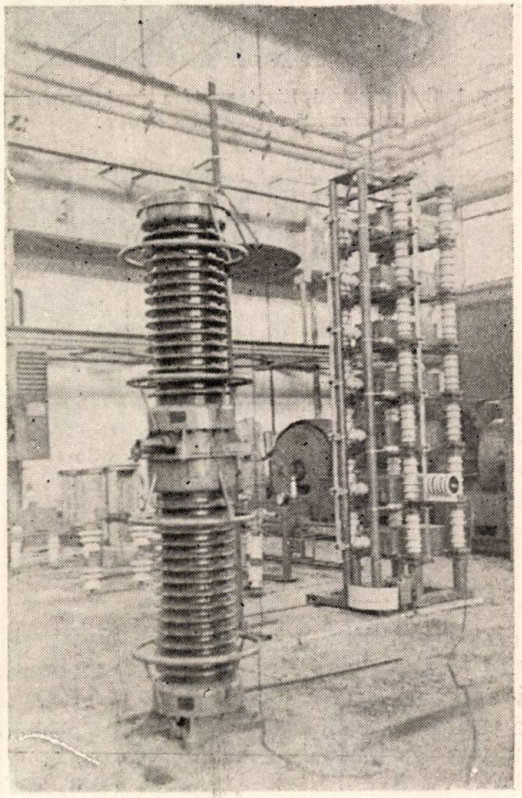


Fig. 7. Staţia de impuls de 750 kV.

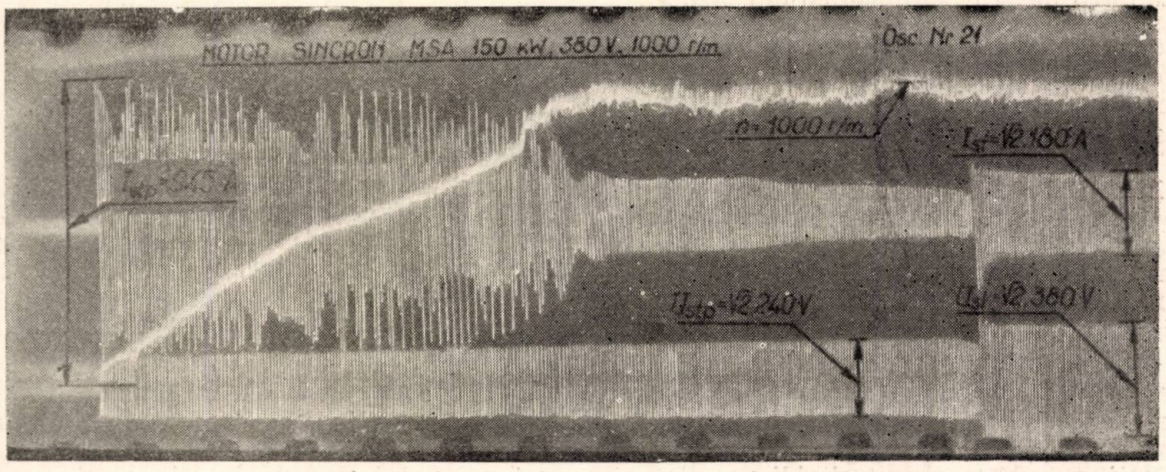


Fig. 8. O oscilogramă obţinută la pornirea motorului sincron de 150 kW.

din instalaţiile specifice lor se văd pe fig. 5). Astăzi laboratoarele metrologice ale uzinei, autorizate de Direcţia Generală de Metrologie,

creat prin autoutilare şi muncă voluntară. Posibilităţile acestui stand, actualmente, sînt însă, depăşite de performanţele crescute ale aparate-

lor impunînd necesitatea lărgirii limitelor de curenți spre zona curenților foarte tari (50 — — 150 kA).

Ținînd cont de specificul produselor uzinei, în ultimii doi ani, a luat ființă un stand de

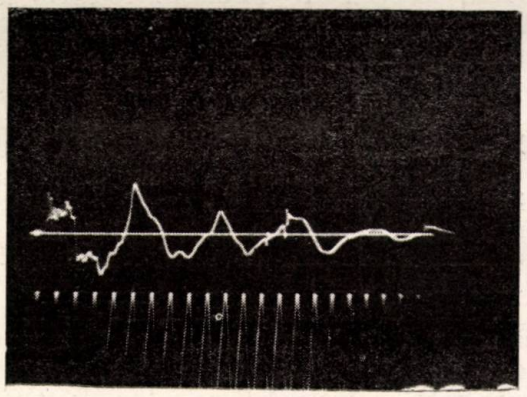


Fig. 9. Oscilograma curentului capacitiv dintre bobinajul de joasă tensiune și cuvă. Izolația transformatorului nu este defectă.

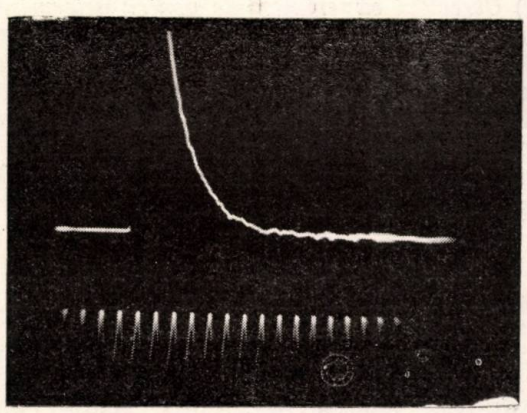


Fig. 10. Oscilograma curentului capacitiv dintre bobinajul de joasă tensiune și cuvă. Izolația transformatorului are un defect la masă.

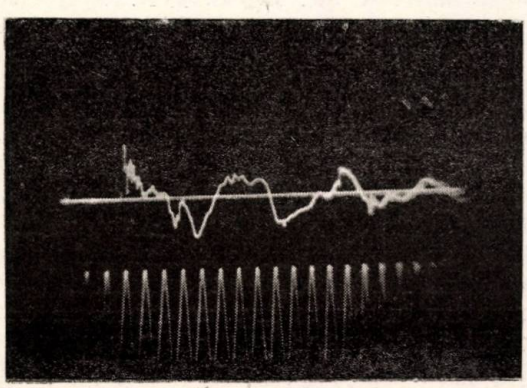


Fig. 11. Oscilograma curentului capacitiv dintre bobinajul de joasă tensiune și cuvă. Izolația transformatorului are un defect între spire.

înaltă tensiune și mare putere, al laboratorului, prin care s-a creat o serie de condiții pentru încercarea echipamentului electric greu și de înaltă tensiune. Standul dispune de utilaj de încercare, necesar pentru probele echipamentului electric de înaltă tensiune, cu tensiunea nominală pînă la 150 kV (inclusiv) avînd o stație de înaltă tensiune de 500 kV la frecvența industrială (fig. 6), o stație de impuls de 750 kV (fig. 7), instalație de ploaie artificială, cu

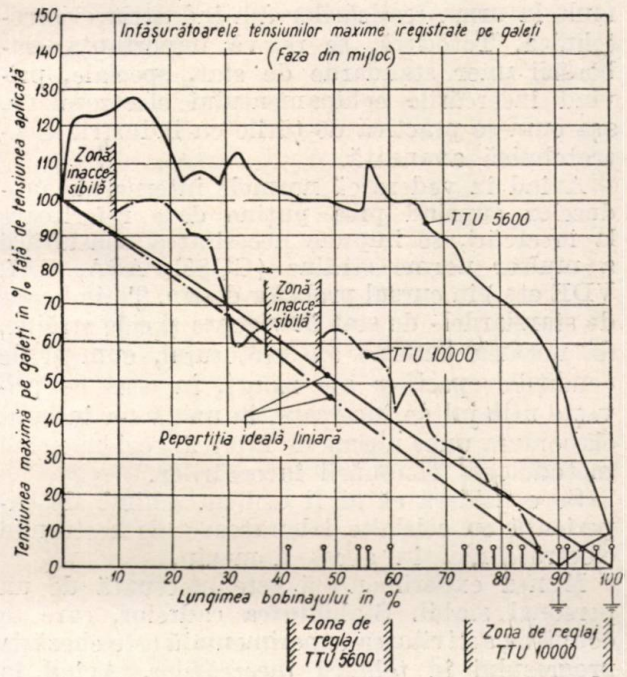


Fig. 12. Repartiția tensiunii de impuls la bobinajul de înaltă tensiune a transformatoarelor TTU 5 600 kVA, 60/15 kV, și TTU 10 000 kVA, 110/38,5/6,6 kV

unde abrupte etc. Se crează condiții de încercare, pentru mașinile rotative avînd puterea pînă la 2 000 kV.

Grupul actual, montat pe lîngă platforma de încercare, asigură o putere reglabilă de scurtă durată, de circa 5 000 kVA. În reostatul de sarcină (de tipul cu apă) la ridicarea caracteristicilor de sarcină a mașinilor, se pot absorbi circa 1 500 kW (avînd două reglaje : prin deplasarea electrozilor și prin schimbarea nivelului apei).

Pentru acționarea de la distanță a utilajului, s-au confecționat de fabrică, în cadrul unui plan de autoutilare, diferite pupitre de comandă, reglaj și măsură (fig. 14). Multe alte exemple de acest fel arată că metoda autoutilării a ajutat uzina să rezolve o serie de probleme cheie privind încercarea utilajului în condiții tehnice satisfăcătoare.

II. Activitatea experimentală — norme de încercare

Activitatea experimentală din uzină se desfășoară în concordanță cu indicațiile standardelor de stat, existente la mașini rotative (STAS 1893—50), la transformatoare (STAS 3035—52) și la aparate electrice (STAS 1564—52, STAS 1553—50, STAS 3686—53 etc.). Trebuie

menționat, că standardele indicate nu satisfac nevoile actuale ale industriei și exploatării, cuprind elemente contradictorii și neexplicite, fapt care impune necesitatea schimbării lor.

În special, se impune necesitatea schimbării grabnice a standardului 3035—52, care a rămas mult în urma realizărilor din industria electrotehnică. Totodată, se relevă importanța elaborării unor standarde de stat, speciale, privind încercările echipamentului electrotehnic, așa cum se practică de țările cu industrie electrotehnică avansată.

Avînd în vedere că normele interne ale produselor cuprind prea puține date referitoare la încercări, se impune necesitatea consultării a multor norme străine (GOST, ASA, CEI, VDE etc.) în cursul probelor de tip. Ținînd cont de standardele de stat în vigoare și cele străine, de normele interne ale sectorului, cum și de condițiile specifice ale uzinei, în ceea ce privește utilajul de încercare, în uzină s-a început elaborarea unor norme de fabrică, reglementînd metodologia efectuării încercărilor.

Se consideră că ar fi util un schimb de experiență cu celelalte laboratoare ale sectorului electrotehnic, în acest domeniu.

Munca experimentală este efectuată de un personal stabil. Stabilitatea cadrelor, care se ocupă cu activitatea experimentală este chezășia progresului în tehnica încercărilor. Avînd în vedere că la unele probe de mare putere și tensiune lucrează mai multe persoane din încăperi diferite (chiar din uzina electrică) s-a stabilit legătura operativă printr-un sistem de megafoane-microfoane, cum și un sistem telefonic de legătură, care asigură desfășurarea probelor în bune condiții.

III. Cercetări experimentale

Numai după crearea condițiilor materiale s-a putut trece în uzină la efectuarea unor probe cu caracter de cercetare. Probele principale, care au fost rezolvate integral sau în parte în cadrul acestor încercări sînt menționate mai jos :

1. **Mașini rotative.** Încercările mai importante. în afara celor de tip, la mașini electrice rotative de fabricație Electroputere s-au îndreptat pînă în prezent în următoarele direcții :

a) *Ridicarea caracteristicilor de pornire la mașini sincrone.* Experimental, s-au studiat diferitele regimuri de pornire, s-au confecționat dispozitive pentru măsurarea cuplului mașinii, s-au ridicat o serie de oscilograme (fig. 8) pentru diferite mașini, cu diferite aparate de pornire (autotransformatoare de pornire, comutator stea-triunghi). Actualmente, se studiază metodele de înregistrare a variației cuplului la pornirea mașinii.

b) *Studiul regimurilor de avarie ale mașinilor electrice.* Ridicînd o serie de oscilograme s-au determinat parametrii de funcționare în regimul de avarie la o serie de mașini ale uzinei.

c) *Studiul comparativ al metodelor de încărcare a mașinilor la proba de sarcină.* În acest domeniu în uzină s-a acumulat o experiență proprie, privind încercările de sarcină prin metode indirecte. În viitor activitatea experimentală de cercetare la mașini rotative se va îndrepta spre mașini de curent continuu, problemă importantă pentru fabrică și strîns legată de realizarea locomotivei Diesel electrice de 2 100 CP.

2. **Transformatoare de forță.** Avînd în vedere pretențiile exportului și ale exploatării, activitatea experimentală de cercetare la transformatoare de forță a fost îndreptată spre încercările cu impuls de tensiune. Scopul lucrărilor întreprinse în acest domeniu a fost, ca în strînsă colaborare cu ICET-ul, în timp mai scurt decît în multe alte țări cu tradiție electrotehnică, să se asimileze la uzina Electroputere tehnica încercărilor la impuls. Obiectivele și rezultatele mai importante au fost diferite după cum urmează :

a) *Cercetări experimentale pentru determinarea naturii defectului — defecte artificiale.* Pentru a stabili exact natura defectului s-a făcut o serie întreagă de încercări conform unui program de cercetare, creind defecte artificiale și aplicînd transformatorului o tensiune de impuls redusă. Aspectul general al oscilogramelor (normogramelor și detectogramelor) este dat pe fig. 9, 10, 11.

b) *Cercetări pentru determinarea locului defectului.* În cadrul acestor cercetări, s-au determinat la o serie de transformatoare vitezele de propagare ale undei de impuls, prin metode diferite. Vitezele obținute au fost întrebuințate pentru detectarea locului defectului. Încercările sînt în curs.

c) *Cercetări pentru găsirea schemei celei mai sensibile defectoscopii.* Deoarece în diverse scheme defectele apar cu o sensibilitate mai mică sau mai mare, s-au efectuat o serie de încercări comparative. S-au găsit scheme de încercare de mare sensibilitate, la defecte diferite în izolația transformatoarelor.

d) *Cercetări experimentale privind repartiția tensiunii de impuls.* Aceste încercări s-au desfășurat în condițiile perfecționării continue a sculelor de înregistrare a fenomenului, cum și a generatorului de unde repetate. Studiul comparativ, redat în fig. 12, arată cît de nefavorabilă este repartiția tensiunii la transformatorul TTU 5600 față de TTU 10 000 fapt pentru care primul a fost dat la reproiectare.

3. **Aparate electrice.** Încercări cu caracter de cercetare s-au efectuat în special la aparatele electrice de înaltă tensiune. Din cauza varietății mari a construcțiilor în acest domeniu și problemele urmărite au fost extrem de variate și anume :

a) *Studiul în vederea elaborării metodologiei de încercare la impuls a aparatajului electric*

de înaltă tensiune. S-a elaborat o metodologie după care s-au încercat o serie de aparate (întreruptoare, separatoare, izolatoare, transformatoare de măsură etc.) la impuls de tensiune.

b) *Elaborarea metodologiei ridicării caracteristicilor volt-secundă la izolația aparatelor electrice de înaltă tensiune.*

c) *Studiul experimental al caracteristicilor cinematice ale întreruptoarelor.* S-au elaborat mai multe metode. Metoda oscilografică a fost larg utilizată în aceste scopuri.

d) *Studiul inerției termice a înregistrării variației de temperatură la probele de stabilitate termică.* În cadrul acestor cercetări s-au găsit soluții de minimă inerție care dau satisfacții la probele de stabilitate termică.

IV. Probleme de viitor

Activitatea experimentală din uzină în anii ce urmează trebuie să meargă înainte pe calea întăririi multilaterale atît în ceea ce privește baza energetică, utilajul de încercare, înzestrarea laboratoarelor cu aparate diferite de măsură și înregistrare, cît și în privința calificării continue a personalului, care se ocupă cu munca experimentală. Se preconizează necesitatea construirii unei clădiri aparte de principalele hale de producție, în care s-ar concentra întreaga activitate experimentală de cercetare din uzină. Crearea unei substații puternice a rețelei naționale pe lîngă uzină va rezolva problema energiei și va deschide noi perspective în dezvoltarea activității experimentale din uzină.

Referate

Electrotehnică teoretică

CZ 621.3 : 621.319.42.089.6.

O nouă teoremă de electrostatică, cu aplicații la condensatoare etalon calculabile. [După D. G. Lampard: Proc. Inst. electr. Engrs. Part. C (monographs) **104** (1957) 6, 271–280, 11 fig.]

În dorința de a reduce calculul unui condensator etalon la alegerea unei lungimi, autorul studiază proprietățile unor condensatoare cilindrice, obținute în modul următor: un înveliș metalic cilindric, a cărui secțiune dreaptă are cel puțin o axă de simetrie, se taie după două perechi de generatoare, dintre care prima reprezintă urmele planului de simetrie pe cilindru iar a doua — urmele unui plan normal pe planul de simetrie. Se obțin astfel patru cadrane, două cîte două opuse. Se arată că valoarea capacităților parțiale pentru una din perechile de cadrane e:

$$\frac{\ln 2}{4\pi^2} \frac{\text{unități electrostatice de capacitate}}{\text{cm}}$$

Condensatoarele construite după acest principiu au evident trei borne. Practic, ele se pot realiza, de exemplu, cu secțiunea patrată și în vederea acestei construcții se arată că erorile care pot apare din faptul că patratul nu e perfect sînt foarte mici. Anume, dacă secțiunea condensatorului e un dreptunghi cu raportul laturilor $\frac{1+\delta}{1}$, media celor două capacități parțiale ale celor două perechi de cadrane e:

$$\frac{\ln 2}{4\pi^2}(1 + 3{,}45\delta^2 + \text{termeni de ordin superior}) \frac{\text{u.e.s.}}{\text{cm}}$$

S-a arătat că nici eroarea datorită grosimii foiței de izolare de la colțurile pătratului nu poate fi importantă.

Se studiază și condensatoare cilindrice avînd secțiuni de alte forme. Pentru secțiunile circulare, se arată că micile defecte de simetrie nu afectează raportul capacităților parțiale ale celor două perechi de cadrane. Din cauza influenței mai puternice a șanțului izolant dintre cadrane, acest tip de condensatoare nu se recomandă însă pentru etaloane.

Se studiază apoi în general efectul intervalului izolant și se recomandă o formă de condensator pentru care acest efect e minim.

Pentru a estima efectul filmelor dielectrice subțiri (provenite eventual prin murdărire) de pe suprafețele conductoare, se studiază influența acestora pentru cazurile particulare în care cilindrul a degenerat în unul sau două plane infinite și se arată că această influență e neglijabilă.

S. M

CZ 621.312+621.311(47)

Industria electrotehnică și alimentarea cu energie electrică în Uniunea Sovietică de azi [După F. Lauster: Elektrotehn. Z. — B. **9** (1957) 12, 481–487].

Dr. phil. nat. F. Lauster, unul dintre membrii delegației R.F.G. la congresul I.E.C., care a avut loc la Moscova în iulie 1957, redă impresiile foarte interesante pe care le-a cîștigat în privința industriei și științei U.R.S.S. în domeniul electrotehnicii.

Expoziția permanentă industrială din Moscova rezervă electrotehnicii șase săli mari și două pavilioane separate conținînd produse din toate domeniile electrotehnicii inclusiv un reactor de 150 kW, care funcționează permanent.

Cu 170 TWh produse anual U.R.S.S. ocupă, după S.U.A. al doilea loc în producția de energie electrică. La sfîrșitul celui de al șaselea cincinal producția urmează să se urce la 320 TWh iar în 1970 la 1 000 TWh. În cursul cincinalului actual sînt prevăzute cinci centrale atomice de cîte 400–500 MW. Se studiază serios și construirea unei centrale cu turbine de gaz în regiunea Tula, unde gazele se vor obține prin arderea subterană a cărbunilor, eliminîndu-se faza intermediară: aburul. De asemenea se proiectează pentru Armenia o centrală cu energie solară, cu o producție de circa 2,5 GWh pe an precum și o altă centrală pe Kamciatka, utilizînd aburii unor vulcani.

Pe lîngă diferitele linii de 220 kV există linii de 400 kV între Moscova și Kuibîșev, între Moscova și Stalingrad etc. Pentru cincinalul în curs este proiectată linia Stalingrad — Valea Donețului de 500 km în curent continuu de înaltă tensiune. De asemenea este prevăzută pentru viitorii cincinali legătura în curent continuu de înaltă tensiune (600–700 kV) între sistemul energetic european și cel siberian. Aici se insistă și asupra faptului că de exemplu vîrfurile de sarcină din Moscova nu coincid cu cele din Krasnojarsk sau din Ural, după cum nu coincide nici evoluția debitelor de apă ale diferitelor regiuni, îndepărtate una de alta, ale U.R.S.S.

Pînă în anul 1970 urmează să fie electrificați 40 000 km de cale ferată.

Sînt înșiruite apoi multiplele institute de proiectări și cercetări care studiază diferitele probleme energetice, întocmesc planurile etc.

În privința formării cadrelor tehnice există pînă acum în U.R.S.S. 3 000 de școli industriale, 4 000 școli tehnice cum și 200 de institute tehnice superioare. În institutele superioare a studiat în anul 1955 un număr de 650 000 studenți. Numărul anual de absolvenți este de 60 000, dintre care circa

14 000 ingineri electrotehnicieni. Se insistă, în sfîrşit, asupra capacităţii institutului energetic şi a institutului electrotehnic „Lenin" din Moscova.

G. C.

CZ 621.3 : 621.372.2

Sisteme cu defazare minimă. [După A. Romano: Bull. Soc. Franc. Electr. **7** (1957) 73, 5—10].

Se ştie că la un sistem liniar oarecare, dacă funcţia de intrare este de forma Ae^{pt} unde p este un număr complex $\alpha + j\omega$, funcţia de ieşire va fi de forma $Af(p)e^{pt}$, $f(p)$fiind funcţia de transfer complexă a sistemului. Pe axa imaginară, care corespunde frecvenţelor reale

$$f(p) = f(j\omega) = G(\omega)e^{j\varphi(\omega)}$$

unde $G(\omega)$ şi $\varphi(\omega)$ sînt, prin definiţie, cîştigul şi defazajul sistemului.

Polii complecşi ai funcţiei $f(p)$ reprezintă regimurile de funcţionare pentru care poate să existe o funcţie de ieşire, chiar în cazul cînd funcţia de intrare este nulă, adică regimurile libere ale sistemului; acesta va fi deci stabil dacă $G(p)$ nu are poli în semiplanul complex drept (care corespunde la $\alpha > 0$, adică regimuri pseudo-periodice care se amplifică exponenţial cu timpul). Mai mult, eventualii poli ai funcţiei $G(p)$ pe axa imaginară trebuie să fie simpli (absenţa regimurilor libere de forma $e^{j\omega t}$).

Sistemele cu defazare minimă sînt sistemele stabile pentru care, în plus, funcţia $f(p)$ nu are valori nule în semiplanul complex drept; proprietatea esenţială a acestor sisteme este existenţa relaţiilor între cîştig şi defazare la fecvenţele reale care fac ca cunoaşterea uneia din funcţiile $G(\omega)$ sau $\varphi(\omega)$să permită determinarea celeilalte.

Autorul arată apoi relaţiile între cîştig şi defazare, relaţii care pot fi obţinute prin mai multe procedee descrise în articol, precum şi cele două criterii care determină defazajul minim al unui sistem.

În continuare, se descrie sistemele cu defazaj important:
— sistemele cu constante localizate;
— sisteme cu constante distribuite.

E.P.

Maşini şi Transformatoare

CZ 621.333.322—81

Curenţii de scurtcircuit din turbogeneratoare. [După I. Kucera: Elektrotehnika (Bpest.) **50** (1957) 4,131—137, 1 fig. 2 ref.]

Puterea unitară a turbogeneratoarelor moderne în continuă creştere a atins în prezent 500 MW. Din punct de vedere al siguranţei capetelor de bobine, ale statorului, curenţii de scurt-circuit au căpătat o importanţă şi mai mare decît în trecut. Există în prezent mai multe metode de determinare a curenţilor printre care, metoda bazată pe calculul tensorial şi operaţional. Această metodă de calcul a curenţilor de scurtcircuit bazată pe calculul operaţional şi tensorial face obiectul articolului. Autorul analizează cazul unui scurtcircuit simetric şi al unui scurtcircuit nesimetric — adică al unui scurtcircuit monofazat.

A.C.

CZ. 621.3.013.8: 621.313.32: 621.314.6

Excitaţia cu redresoare a maşinilor sincrone mari. [După M. Nejedly: Elektrotehnik (R. Cehoslovacă) **12** (1957) 7, 226—229, 2 fig. 2 ref.]

La maşinile sincrone mari există două feluri de excitaţie cu redresoare: excitaţia independentă şi autoexcitaţia. În primul caz generatorul principal este cuplat cu un alternator auxiliar cu excitatoare normală. Acest alternator furnizează curentul de excitaţie necesar generatorului principal, prin două redresoare cu vapori de mercur, legate în paralel: unul pentru excitaţie normală iar celălalt pentru şocuri. Sistemul de autoexcitaţie comportă un singur redresor cu vapori de mercur.

Aceste sisteme de excitaţie acţionează foarte rapid. Ele prezintă posibilitatea dezexcitării rapide şi a stingerii rapide a cîmpului în caz de deranjamente.

A.C.

CZ 621.313.333

Motoare de inducţie liniare. [După E. R. Laithwaite. Proc. Inst. electr. Engrs. Part A (Power) **104** (1957) 18, 461—470, 15 fig.]

Un motor de inducţie liniar constă în principiu dintr-un bloc de tole conţinînd o înfăşurare statorică polifazată, capabilă de a produce un cîmp magnetic călător (corespondentul unui cîmp învîrtitor pe o diagramă desfăşurată) şi să accelereze în linie dreaptă un aşa-zis rotor din material conductor. Lipsa de legături mobile constituie marele avantaj al acestui dispozitiv.

Motoarele liniare se împart pe de o parte în aşa-zise motoare cu statorul scurt (statorul mai scurt decît rotorul şi motoare cu rotorul scurt (invers), pe de altă parte în motoare obişnuite şi în motoare inversate (cu inductorul mobil şi indusul fix).

În articol, se studiază întîi deosebirile fundamentale dintre motoarele de inducţie liniare şi maşinile rotative corespunzătoare. Se ţine în special seama de efectele de margine la capetele statorului pentru maşinile cu statorul scurt şi la capetele rotorului pe maşinile cu rotorul scurt. Se arată că asemenea discontinuităţi duc la o funcţionare a maşinii mereu, în regim de tranziţie, chiar atunci cînd maşina lucrează cu viteză constantă. Evident că în aceste condiţii teoria maşinii obişnuite rotative nu mai poate fi folosită. Se fac consideraţii asupra funcţionării maşinii liniare, luînd ca bază un articol anterior al autorului şi se relevă ca un factor $\tau\omega$ în care τ este constanta de timp cuplată a maşinii, definită prin:

$$\tau = \frac{4 \times (\text{pasul polar})^2 \times \mu_0}{\pi \times (\text{rezistivitatea superficială a rotorului}) \times (\text{întrefierul})}$$

şi ω e pulsaţia reţelei, duce la un randament şi un factor de putere satisfăcător.

Pentru a micşora întrefierul, se pot realiza maşini cu rotorul foarte subţire şi statorul dublu. Se consideră de asemenea posibilitatea folosirii unor maşini tubulare.

Se discută apoi aplicaţiile practice, mai curînd posibile decît realizate, ale maşinilor de acest tip. Şi anume, se prezintă o maşină care poate produce o mişcare oscilatorie stabilă a rotorului, obţinută prin folosirea a două statoare, aşezate cap la cap şi care imprimă unui mic rotor viteze opuse şi se studiază posibilitatea folosirii acestui tip de motor în industria textilă, în primul rînd pentru antrenarea suveicilor. În legătură cu această aplicaţie, se atrage atenţia asupra necesităţii realizării rotorului care să plutească în cîmpul magnetic fără a se lipi de stator.

Se prezintă în lumina unei teorii sumare, funcţionarea unor pompe pentru metale lichide. În sfîrşit, se fac unele consideraţii principiale asupra proiectării unor astfel de maşini.

Este de relevat faptul că singurele maşini liniare efectiv exploatate pînă în prezent sînt: pompele amintite mai sus, o puşcă electrică folosită în primul război mondial şi o catapultă pentru lansarea avioanelor.

S.M.

CZ 621.333.047.2:621.313.36

Propuneri noi pentru reducerea scînteierii la motoare monofazate cu poli de comutare. [După R. Richter: Electrotechn. Z. — A **77** (1956) 19, 689—694.]

Pentru a reduce scînteierea la motoarele de tracţiune, se intercalează o rezistenţă în paralel cu înfăşurarea polilor de comutare. Autorul arată cum pot fi evitate pierderile care s-ar produce în această rezistenţă dacă se substituie acestei rezistenţe un motoraş auxiliar. Se arată, în continuare, şi o altă schemă unde fără utilizarea rezistenţei sau a motoraşului auxiliar, se poate regla forţa electromotoare de funcţionare în opoziţie cu aceea de repaus astfel încît să nu influenţeze diminuarea forţei electromotoare de comutaţie.

Puterea necesitată pentru această variantă comportă la 16 2/3 Hz pentru reactanţă circa 1,5% iar pentru transformator circa 2% din puterea orară a motorului; la o frecvenţă de 50 Hz puterea necesitată se triplează. În opoziţie cu schema cu rezistenţa montată în derivaţie pe polii de comutaţie,

în schema descrisă armonicele forței electromotoare de comutație sînt apreciabil reduse, fără a necesita vreo comutare la trecerea de la funcționarea în motor la funcționarea în generator. În încheiere se expune schema cu excitare prin curentul primar al transformatorului la care forța electromotoare de repaus este slăbită, în special, la număr redus de rotații, unde nu este posibilă diminuarea ei.

M.P.

CZ 621.313.2.047

Comutația la mașinile de curent continuu. [După I. Frasl: Elektrotechn. Würzburg, **39** (1957) 1. 2—4, 4 fig.]

Problema importantă în construcția mașinilor de curent continuu este o bună comutare, adică procesul de comutare a curentului în bobinele rotorice scurtcircuitate de perii și fenomenele însoțitoare ale acestui proces. Cazul cel mai grav este „focul rotund", care trebuie neapărat evitat. Prin prescripțiile REM se recomandă ca colectorul să nu fie încărcat pînă la 1,5 × curentul nominal. Articolul studiază, în continuare, comutarea respectivă, influențele tensiunii de autoexcitație, cîmpului transversal al rotorului și principal de excitație. Pentru combaterea scînteilor s-a recurs întîi la decalarea periilor cu unghiul α, apoi la polii de comutație, care sînt poli auxiliari mici, situați în zona geometrică neutră dintre polii principali. Ei creează cîmpul de comutație cel mai favorabil și înfășurarea lor conține cu circa 20% mai multe spire ca înfășurarea rotorului. Influența tensiunii de reactanță se manifestă prin inductivitatea ce trebuie micșorată. În acest scop, în nuturi se introduc amortizoare sub forma unor plăci metalice, care absorb însă energie; de aceea, amortizarea nuturilor nu se poate folosi decît la mașini cu încărcare continuă slabă, dar care preiau șocuri de sarcină mari. În încheiere, articolul se ocupă de cazurile din practică. Periile acoperă totdeauna cîteva lamele deodată. Acoperirea periilor, adică raportul dintre lățimea tangențială a cărbunelui și diviziunea lamelelor este, în practică, de 1,5—3, în unele cazuri pînă la 5. Din cauza acoperirii mai multor lamele apare inducția mutuală între spirele aflate concomitent în scurtcircuit. Acest fenomen are un efect amortizor în fenomenul comutării. Mersul lin al colectorului este o condiție pentru suprimarea scînteilor, ceea ce este important la mașinile rapide. Aceeași atenție trebuie dată calității periilor.

A. S.

CZ 621.314.222.3.089.6

Etalonarea absolută a transformatoarelor de tensiune. [După W. K. Clothier, L. Medina: Proc. Inst. electr. Engrs. Part. A. **104** (1957) 15, 204—211.]

Se face o dare de seamă asupra aparatajului și tehnicii de măsură folosite la National Standards Laboratory, Australia, pentru etalonarea transformatoarelor de măsură de tensiune printr-o metodă absolută. Se folosesc două metode, schema de principiu pentru prima fiind dată în fig. 1. La

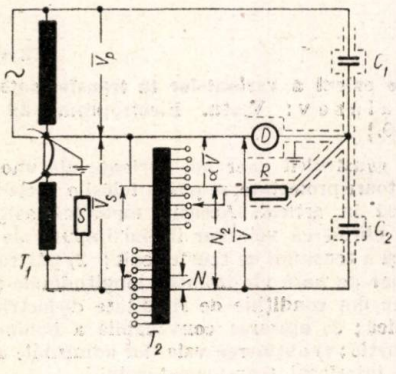


Fig. 1

folosirea acestei metode raportul divizorului capacitiv de tensiune C_2/C_1, e reglat la valoarea normală a raportului de transformare a transformatorului de încercat T_1. Dacă acest transformator ar fi perfect, aparatul de zero D n-ar indica pentru poziția mijlocie a celor două contacte mobile ale transformatorului auxiliar T_2, deoarece pentru această poziție curentul prin rezistența R e nul și tensiunea secundară a transformatorului de încercat T_1 e aplicată condensatorului C_2. În cazul în care transformatorul are erori atît de raport cît și de unghi, montajul se echilibrează prin varierea numărului N_1 de spire ale primarului transformatorului auxiliar T_2 pentru compensarea erorii de raport și prin varierea tensiunii de alimentare a reostatului R pentru compensarea erorii de unghi. Primul reglaj variază tensiunea la bornele condensatorului C_2, iar al doilea injectează în C_2 un curent care modifică defazajul tensiunii la bornele acestui condensator. La echilibru, eroarea de unghi e dată de:

$$\Phi = \frac{\alpha}{\omega C_2 R},$$

și eroarea de raport de:

$$\frac{K_a}{K_n} = 1 + D,$$

în care semnificația pentru α și $D = \frac{N}{N_2}$ rezultă din figură. Cele două erori se citesc direct pe cadrane cu decade.

Pentru metoda a doua, schema de principiu e asemănătoare cu cea de mai sus, dar compensarea erorii de raport se face cu ajutorul unui condensator variabil, montat în latura de joasă tensiune a divizorului, iar compensarea erorii de raport prin montarea unei surse, avînd tensiunea la borne variabilă, în serie cu această latură. Sursa aceasta trebuie să aibe o impendanță redusă și e realizată de un amplificator cu reacție.

Cu toate că cele două metode au aceeași precizie, se recomandă mai curînd prima metodă, deoarece nu folosește nici variația unei capacități și nici tuburi electronice.

Amîndouă metodele au avantajul de a putea fi folosite și la tensiuni peste 50 kV pentru care nu mai pot fi folosite montajele cu divizoare de tensiune rezistive. Într-adevăr, construirea de condensatoare pentru tensiuni mari e o problemă căreia i s-au dat numeroase soluții și apoi metodele descrise nu cer condensatoare închise, sever etalonate, deoarece dispozitivul descris prevede etalonarea pe loc a raportului capacităților înainte de a începe determinarea propriu-zisă. Pentru o funcționare corectă, toate condensatoarele sînt ecranate și au o bornă de punere la pămînt, iar legăturile dinspre condensatoare sînt blindate.

Pentru realizarea capacităților necesare, se folosesc condensatoare cu aer. Capacitățile necesare fiind destul de mici (500 pînă la 6 000 μF în latura de joasă tensiune) ancombramentul garniturilor de condensatoare nu e prea mare, iar transformatorul auxiliar e practic în gol, putînd astfel să fie considerat ca un transformator perfect. Sarcina maximă cu care montajul încarcă secundarul transformatorului de încercat, la tensiune normală și frecvența de 50 Hz, e în orice caz sub 0,04 VA. Erorile de măsură sînt: $2/10^5$ pentru eroarea de raport și 0,05′ pentru eroarea de unghi. Metodele descrise permit etalonarea de transformatoare avînd orice raport supraunitar, la frecvențe cuprinse între 20 și 60 de Hz.

Se dau indicații asupra construcției și manipulării dispozitivelor.

S.M.

CZ(21.313.181.2)

Din nou despre încercarea izolației mașinilor electrice mari [După: Gerasimov V. N. ș.a., Electriceskie Stanții, **29**, (1958) 6, 67—70, 3 fig.]

Problema încercării izolației înfășurării statorice a marilor mașini electrice este deosebit de actuală. Pe de altă parte nu există în acest domeniu o părere unitară, ceea ce face necesară efectuarea de cercetări și îndeosebi analizarea mașinilor electrice în exploatare, în diferite condiții de funcționare. Datele de exploatare indică o reducere a avariilor suferite de mașinile electrice în ultimii ani, datorită străpungerii izolației înfășurărilor; cu toate acestea numărul specific de avarii depășește relativ mult cel al altor utilaje electrice (transformatoare, bobine etc.)

Deoarece numărul de avarii în cazul încercărilor la tensiune alternativă şi la tensiune continuă este acelaşi rezultă necesitatea încercărilor profilactice la ambele feluri de tensiuni. De asemenea se constată că în cazul încercării cu tensiune alternativă defectele apar în porţiunea de înfăşurare cuprinsă în ancoşa maşinii iar cu tensiune continuă, majoritatea avariilor se localizează pe porţiunea liberă a înfăşurării. Asigurarea unei funcţionări cît mai sigure a maşinilor electrice se poate face printr-o exploatare raţională, ca şi prin efectuarea de încercări profilactice. După părerea autorilor ar fi indicat ca încercarea profilactică a maşinilor electrice mari să se facă cu tensiunea alternativă egală cu 1,8 ori tensiunea nominală, iar în cazul tensiunii continue, cu 3,5 Un.

Aceste încercări preventive măresc siguranţa de funcţionare a maşinilor electrice în exploatare. Aplicarea repetată a tensiunii în cazul încercărilor profilactice nu duce practic la slăbirea izolaţiei maşinii electrice.

G.D.

CZ 621.317.333:621.313.048

Alegerea valorii tensiunii de încercare şi încercarea periodică a izolaţiei maşinilor electrice [După: Eganov B.N., Electriceskie Stanţii, **29** (1958)6, 70—72]

Rezolvarea corectă a problemei alegerii tensiunii de încercare şi a încercării periodice a maşinilor electrice, permite să se ridice siguranţa lor de funcţionare şi deci asigurarea unei mai bune comportări în exploatare. Datele de exploatare existente arată că numărul specific de avarii al maşinilor electrice şi îndeosebi al compensatoarelor sincrone este încă prea mare.

În articol se dau date comparative care arată că odată cu creşterea tensiunii de încercare profilactică a maşinii electrice de la 1,1 la 1,3 Un, numărul specific de avarii constatate în exploatare a scăzut mult; pe de altă parte numărul de străpungeri constatate în timpul încercărilor profilactice a rămas practic acelaşi, ceea ce justifică necesitatea ridicării tensiunii de încercare profilactică.

Pentru generatoarele care se găsesc de mult timp în exploatare, cu o izolaţie îmbătrînită, autorul recomandă ca tensiunea de încercare să fie 1,4—1,7 Un.

Generatoarele electrice şi compensatoarele sincrone care sînt legate direct la reţeaua de distribuţie de 2—6—10 kV sînt supuse în timpul exploatării la solicitări electrice grele, atît datorită supratensiunilor de origine atmosferică, cît şi a celor interne. În consecinţă încercările profilactice cu o tensiune mărită ar duce la reducerea sensibilă a avarierii acestor maşini în timpul exploatării. Paralel cu încercarea în curent alternativ, se recomandă încercarea în curent continuu, la o tensiune mai ridicată.

G.D.

CZ. 621.317.333:621.313.001.4

Încercarea profilactică a maşinilor electrice şi condiţiile care trebuie impuse fabricilor constructoare [După: Sibanov V. K., Electriceskie Stanţii, **29** (1958) 6,72—75]

Unul dintre factorii de bază care asigură funcţionarea lipsită de avarii a maşinilor electrice constă în rezistenţa mecanică şi rigiditatea dielectrică a izolaţiei înfăşurărilor. Majoritatea avariilor din exploatare se datoresc străpungerii izolaţiei în urma supratensiunilor.

Autorul constată că încercările profilactice, efectuate fără a se face curăţirea înfăşurărilor de depunerile ce au loc în timpul exploatării, duce la reducerea avariilor. Cu toate acestea numărul specific de avarii, constatate în timpul exploatării maşinilor electrice, este încă relativ mare.

Pentru reducerea avariilor, autorul propune ca să se efectueze periodic încercări profilactice cu o tensiune egală cu 2 Un, iar tensiunea de încercare ce se efectuează în întreprinderile constructoare să fie mărită, chiar dacă această măsură va duce la creşterea numărului de înfăşurări ce vor trebui înlocuite. Totodată autorul recomandă ca încercările să se efectueze după ce izolaţia va fi supusă anterior unei umeziri artificiale, ceea ce va mări eficacitatea încercărilor.

G.D.

CZ 621.313.045:66.047355

Folosirea razelor infraroşii pentru usecarea bobinajelor impregnate cu lacuri electroizolante. [După B. A. Cercasov: Vestn. Electroprom. **29** (1958) 5, p. 47—50, fig. 8]

Se studiază procesele de uscare cu raze infraroşii ale izolaţiei maşinilor electrice impregnate cu lacuri cu emulsie de apă. — Instalaţia experimentală folosită cuprinde lămpi cu puteri de 250 şi 500 W pentru tensiunea de 127 V. Pe baza încercărilor efectuate, s-au obţinut date suficiente pentru proiectarea unor instalaţii industriale. Astfel pentru uscarea rotorului unui generator, sînt suficiente 50—60 minute sub acţiunea a două lămpi de cîte 250 W, creînd o temperatură de 120—125°C. S-a determinat distanţa optimă de la sursa de căldură la bobinajele supuse încălzirii — la fel zonele de încălzire au fost determinate experimental.

În continuare se descriu instalaţiile industriale, dîndu-se gabaritele. Productivitatea unei astfel de instalaţii este de 550—600 rotoare pe schimb iar puterea absorbită este de aproape 38 kW. Curbele variaţiei temperaturii în funcţie de timp ale instalaţiilor industriale sînt analoge cu cele ale instalaţiei de laborator. Semnificativă este productivitatea acestor instalaţii, care întrece pe cea a instalaţiilor obişnuite cu circa 20—30%. Cele trei instalaţii industriale sînt deservite numai de cîte doi muncitori pe schimb.

A.B.

CZ 621.314.224.8.048

Transformatoare de curent cu izolaţie de tip cablu-condensator pentru tensiunea 220 kV. [După N.I. Baciurin: Vestn. Electroprom. **29** (1958) 5, p. 15—17, fig. 3]

Se descriu caracteristicile electrice ale unui tip nou de transformator de curent pentru tensiunea 220 kV, realizat recent în U.R.S.S. Bobinajul primar se compune din patru secţiuni, fiecare calculată pentru un curent de 300 A, rezultînd deci din diversele conectări în serie sau paralel, curenţi totali de 300, 600 sau 1 200 A. Grosimea totală a izolaţiei este de circa 50 mm, de două ori mai mică decît a izolaţiei tipului anterior de transformator sovietic, pentru aceeaşi tensiune. Gradientul maxim de potenţial este de 5,21 kV/mm şi se referă la părţile cilindrice ale dielectricului depărtate de margine. Pentru mărirea pragului de ionizare a fost folosită o construcţie specială. Miezurile realizate prin înfăşurări de benzi din tablă E 310. Conservatorul are elemente constructive deosebite şi anume:

a) folosirea bornelor bifilare, ceea ce dă posibilitatea adoptării unei construcţii sudate din oţel, în locul construcţiei turnate din aliaj din aluminiu, reducînd deci substanţial greutatea conservatorului;

b) folosirea unui comutator al secţiilor bobinajului primar de foarte reduse dimensii;

c) adaptarea unui tip nou de indicator de nivel, care elimină pericolul deteriorării lui în timpul transportului.

A.B.

CZ 621.314.2.001.2

Metodică de calcul a variantelor la transformatoare. [După K.K. Balasov: Vestn. Electroprom. **29** (1958) 8, p. 45—50.]

În cazul construirii unor noi variante ale unor tipuri de transformatoare proiectate, se poate folosi o metodică de calcul, descrisă în articol. Această metodică asigură următoarele: 1) obţinerea valorilor iniţial impuse ale pierderilor dielectrice şi a tensiunii de scurtcircuit; 2) păstrarea tuturor dimensiunilor de bază ale izolaţiei longitudinale şi transversale, reieşite din condiţiile de rigiditate dielectrică şi stabilitate termică; 3) aşezarea convenabilă a bobinelor în sistemul magnetic; 4) obţinerea valorilor admisibile ale temperaturilor din interiorul transformatorului.

Formulele prezentate se referă la transformatoarele tipizate cu două înfăşurări, însă pot fi extinse şi la transformatoarele monofazate sau cu trei înfăşurări. Se prezintă un exemplu de calcul pentru un transformator din seria nouă TCM-180/10 cu bobinaje cilindrice şi cu miezul din oţel laminat la rece, tip —330.

A.B

CZ. 621.314 65

Capacitatea de suprasarcină a mutatoarelor. [După Th. Wasserrab; Revue Brown Boveri, **44** (1957) 3, p. 134—141.]

Spre deosebire de mașinile rotative și de transformatoarele a căror capacitate de suprasarcină depinde în general de posibilitățile de evacuare a căldurii, la mutatoare, problema se pune sub aspectul probabilității aprinderii arcului invers. Capacitatea de suprasarcină a mutatorului trebuie stabilită pe aceleași criterii ca și sarcina maximă admisibilă. Pe baze statistice se poate determina numărul mediu de aprinderi inverse pe o perioadă dată, dar nu momentul precis al apariției arcului. Deoarece numai în cazul funcționării fără reglaj de fază există o relație simplă între curent și solicitarea anodei, studiul se referă numai la acest caz. Probabilitatea aprinderii inverse este determinată, în general, de numărul și durata suprasarcinilor într-o perioadă dată, cum și de amplitudinea lor. Se analizează caracteristicile suprasarcinilor în cazul funcționării la temperatură constantă și se arată corecțiile ce trebuie efectuate la analiza funcționării unui mutator cu temperatură variabilă. Se scoate în evidență lipsa de uniformitate a normelor existente în diverse țări și se fac o serie de propuneri pentru definirea suprasarcinilor, a limitării duratei lor și a fixării succesiunii lor în cursul unor perioade de 24 de ore. *I.C.*

Materiale electrotehnice

CZ. 621.315.332.7.

Conductori emailați din aluminiu, foarte rezistenți. [După G. M. Bolotina: Vestn. Electroprom. **29** (1958) 6, pag. 56—7, tab. 2]

La fabricarea conductorilor emailați din aluminiu, una din dificultățile cele mai importante o reprezintă curățirea peliculei de oxid de aluminiu, fapt care micșorează adezivitatea peliculelor obișnuite de emailuri uleo-rășinoase. Pentru îmbunătățirea calităților acestor conductori, în ultima vreme a început să se folosească emailarea cu lacuri din viniflex. Se dau rezultatele lucrărilor efectuate la fabrica Moscabeli cu privire la emailarea cu lac viniflex a conductorilor din aluminiu cu diametri între 0,86—1,50 mm. Încercările au mai arătat că emailarea cu lac viniflex are un caracter mai productiv decît emailarea cu lac izoperlon. Încercarea la îmbătrînire a conductorilor emailați cu lac viniflex a fost efectuată la temperatura de 125°C. Rezultatele au dus la următoarele concluzii: după 168 și 720 de ore de îmbătrînire, elasticitatea peliculei de lac-email a scăzut de două respectiv de opt ori față de elasticitatea peliculei menținute numai 24 ore în același regim de îmbătrînire. În continuare, lotul experimental de conductori emailați este experimentat în confecționarea bobinajelor mașinilor electrice, în condiții normale de producție. *A.B.*

CZ. 621.316.5.066.6

Construirea corespunzătoare a pieselor de contact. [După A. Keil și C. L. Meyer: Elektrotechn. Z.—B **10** (1958) 4, 121—124.]

Suprafețele propriu-zise de contact ale diferitelor aparate, trebuind să corespundă cerințelor tot mai ridicate ale electrotehnicii (rezistență mică de trecere, uzură cît mai mică), sînt executate în general din metale prețioase: argint, paladiu, aur, platină. Pentru ca aparatele cu astfel de contacte să rămînă totuși la prețuri acceptabile, se recurge la sistemul de a se construi din materiale prețioase doar suprafața de contact, care se fixează apoi pe piesa de bază (pîrghie, arc etc.) prin sudură sau alte mijloace, se arată pentru diferitele cazuri metodele tehnologice de fixare a plăcuțelor de contact (nituire, lipire, sudură etc.).

Se trece apoi la construcția contactelor duble și a punților contactoare, indicîndu-se și aici diferite metode de fixare.

Declanșarea unor puteri mari însoțită de arcuri electrice puternice, cum este cazul la întreruptoarele de înaltă tensiune, se realizează prin contacte de wolfram pur sau combinat cu cupru printr-o tehnologie specială.

După ce se menționează și posibilitatea acoperirii prin galvanizare a suprafeței de contact printr-un metal de rezistență electrică redusă, se prezintă o tabelă conținînd pentru diferitele construcții de contacte recomandări în privința metalului și a posibilității lui de fixare pe aparat. *G.C.*

CZ. 621.315.2/5 (09)

Stadiul de dezvoltare a cablurilor și conductoarelor. [După Th. Wasserburger: Electrotechn. Z.-B **10** (1958) 4, 129—131.]

Tendința principală din ultimul an a industriei a fost realizarea unor cabluri cît mai economice și prezentînd o siguranță sporită. Spectroscopia ultraroșie a adus servicii remarcabile în analizarea masei cablurilor, pentru care în Germania s-a ales rășina uleioasă, aceasta reprezentînd un compromis între însușiri electrice și durabilitate.

S-a reușit și construirea cablurilor protejate contra „drenajului" (curgerea masei încălzite spre partea de jos a secțiunii cablului).

La cablurile de înaltă tensiune cîmpul electric ridicat conduce la dilatarea masei și la diformarea mantalei. Aici s-a recurs la cablurile cu presiunea transmisă prin ulei sau gaz. Se dă ca exemplu rețeaua din Paris executată cu cabluri avînd izolația conductoarelor din polietilenă iar mantaua exterioară din tub de oțel.

Un cablu prin Canalul Minecii stă sub o presiune de azot de 14 kg/cm², avînd ca masă de impregnare un ulei special pe bază de naftalen.

În privința tensiunilor foarte înalte (220 și 380 kV) sînt discutate cercetările franceze aplicate apoi la cablurile rețelei suedeze. La 380 kV s-a utilizat o hîrtie izolatoare foarte subțire (0,015—0,25 mm), o presiune a uleiului de 15 kg/cm² și — în anumite cazuri — răcirea artificială a uleiului. Peste 400 kV pierderile dielectrice fac să devină mai economic transportul în curent continuu.

În loc de plumbul mantalei de cablu se utilizează în ultimul timp, cu succes, aluminiu sau oțel cu protecție de policlorură de vinil contra coroziunii.

Urmărindu-se uniformizarea constantei dielectrice a diferitelor materiale izolante suprapuse la actualele cabluri, s-au construit de exemplu pentru 10—25 kV cabluri cu izolație de policlorură de vinil sau polietilenă fără manta de plumb, utilizate în centrale, instalații de distribuție etc.

Se insistă apoi asupra importanței pe care o au izolanții sintetici pentru cablurile din mine, de pe vapoare și în special pentru conductoarele de telecomunicații. *G. C.*

CZ 621.315.615.2: (21.315.611

Influența materialelor izolante solide asupra uleiului de transformator lipsit de mediu de oxigen. [După M. I. Sahnovici: Vstn. Electroprom. **29** (1958) 6, p. 41—45, tab. 4]

Pentru prelungirea vieții uleiului mineral în transformator unul din cele mai eficiente mijloace este ermetizarea cuvei transformatorului. Această dispoziție elimină prezența oxigenului în ulei. În articol se studiază influența materialelor izolante solide asupra uleiului de transformator, lipsit de mediu de oxigen. Pentru efectuarea încercărilor s-a folosit uleiul mineral de transformator obișnuit. Uleiul împreună cu diversele materiale solide folosite în construcția transformatoarelor a fost păstrat în vase de sticlă închise. În toate încercările, la fiecare gram de ulei a fost introdusă o suprafață de 1,5 cm² de material electroizolant, corespunzînd componenței reale de materiale din transformator. Înaintea începerii încercărilor, uleiul și materialele solide izolante au fost degazate la temperatura mediului ambiant și la o presiune remanentă de 1 mm col. Hg. După terminarea încercărilor s-au măsurat caracteristicile fizico-chimice ale uleiului: culoarea, indicele de aciditate, indicele de saponificare, conținutul de acizi solubili în apă, tangenta unghiului de pierderi și indicele de refracție.

O primă categorie de materiale izolante studiate au constituit peliculele de lacuri și emailuri (bachelitice, gliptalice și bituminoase). Rezultatele obținute au arătat că lacurile gliptalice măresc indicele de aciditate al uleiului, spre deosebire de lacurile bachelitice care nu influențează asupra calității uleiului, în afară de o oarecare mărire a valorii tg. δ Încercările efectuate asupra materialelor fibroase, au arătat

că o serie de izolanți și anume: cartonul, presspanul, hîrtia de cablu, hîrtia creponată, lemnul și pertinaxul, nu influențează asupra calităților chimice ale uleiului. În schimb pînza uleiată mărește sensibil indicele de aciditate al uleiului respectiv. Așa zisul „cauciuc rezistent la ulei", încercat în condițiile descrise mai sus, mărește indicele de aciditate, indicele de saponificare și tg. δ

A.B.

CZ 621.315.2

Economisirea cuprului și a plumbului în producția industriei de cabluri. [După S. A. Parhomovici: Vestn. Electroprom. **29** (1958) 8, p. 39—45, fig. 2]

Pentru economisirea cuprului în industria cablurilor din U.R.S.S., două au fost căile de acționare: 1) îmbunătățirea construcției cablului și deci micșorarea normei de consum de metal și 2) înlocuirea cuprului cu aluminiu. Autorul studiază cea de a doua cale în domeniile: conductori neizolați, bare, cabluri de forță cu izolație impregnată în hîrtie, conductori pentru instalații, conductori pentru reactoare în beton, conductori pentru bobinajele mașinilor electrice și ale transformatoarelor și pentru cabluri pentru telecomunicații. Se ajunge la concluzia că în perioada 1958—1965, industria sovietică de cabluri va putea întrebuința cîteva zeci de mii de tone de aluminiu pentru înlocuirea unei cantități corespunzătoare de cupru deficitar.

În direcția înlocuirii plumbului cu alte materiale nedificitare, s-a realizat următoarele: La cablurile de forță cu tensiunile de lucru pînă la 6 000 V, mantaua de plumb a fost înlocuită cu bandă de aluminiu, petrecută și sudată la rece.

În ultima vreme — cu caracter experimental, — a fost realizat cablul de forță cu izolația din polietilen și mantaua din plast c. Doar costul încă ridicat al polietilenului și al produselor din plastic a împiedicat producerea pe scară mare a acestui tip de cablu.

O serie întreagă de cabluri speciale: marine, pentru control etc. folosesc cauciucul sintetic ca înlocuitor al plumbului la confecționarea mantalei de protecție.

A.B.

CZ. 621.313.048:621.315.617.4

Folosirea lacului cu emulsie de apă 321 T, pentru impregnarea organelor mașinilor electrice. [După L. M. Bernstein: Vestn. Electroprom. **29** (1958) 8, p. 19—25, fig. 9]

Folosirea lacurilor uleo-bituminoase de impregnare, pe lîngă avantajele deosebite — stabilitate la umiditate și nedeficitare, — prezintă totuși o serie de neajunsuri și anume: toxicitatea și redusa solidificare a bobinajului impregnat.

Folosirea lacului cu emulsie de apă creează o serie de avantaje și anume: completă netoxicitate, siguranță mărită la pericol de incendiu, economie de diluanți organici etc.

Se studiază folosirea acestui lac la impregnarea mașinilor electrice cu bobinaje din conductori de viniflex. În funcție de timpul de uscare — la temperatura cuptorului de 125—130°C, — este măsurată rezistența izolației unor mașini electrice. Aceste măsurători s-au făcut pentru regimuri tehnologice constînd dintr-una sau mai multe impregnări.

Concluziile rezultate arată că înlocuirea lacurilor uleobituminoase cu lacul de mai sus îmbunătățește calitatea bobinajelor impregnate, mărind rigiditatea dielectrică a izolației bobinajelor datorită stabilității izolației de viniflex în apă și crează o serie de avantaje de ordin tehnologic prin micșorarea duratei ciclurilor de impregnare și uscare.

A.B.

CZ 621.316.3/9:620.193.82(213)

Acțiunea culturilor de mucegai în condiții de tropicalizare asupra materialelor folosite în construcția de aparataj [După D. A. Golovin: Vestn. Electroprom. **29** (1958) 8, p. 12—19, fig. 5, tabela 4]

Acțiunea distructivă a culturilor de mucegai asupra materialelor electroizolante și a altor materiale folosite în construcția de aparataj electric, — în condiții de tropicalizare, influențează simțitor asupra vieții izolației și a aparatului însăși.

În articol sînt descrise încercările speciale la care au fost supuse materialele electrotehnice. Înainte de încercări, materialele au fost menținute timp de 4 ore la o temperatură de 60°C și apoi fiind răcite, au fost pulverizate cu un amestec din culturile mai importante de mucegai. În continuare, materialele au fost ținute în exploatare la umiditatea relativă de 95—100% și temperatura $+30\pm2$°C. Încercările au durat 90 zile. Observările asupra materialelor s-au efectuat la 7, 30, 60 și 90 zile după începerea încercărilor. În total au fost încercate 350 epruvete din diverse materiale (plastic, emailuri, cauciucuri etc.).

Rezultatele încercărilor sînt prezentate în patru tabele.

A.B.

CZ 621.316.5.648.83:621.317.333

Despre încercările de control asupra rigidității dielectrice la aparatele de comutație cu izolație de aer comprimat. [După M. I. Sisoev: Vestn. Electroprom. **29** (1958) 5, p. 12—15, fig. 3]

Se fac propuneri pentru metodica încercărilor de control ale descărcătoarelor, întrerupătoarelor și separatoarelor cu aer comprimat. S-a stabilit că rigiditatea dielectrică a aerului comprimat are o dispersiune statistică, explicată prin faptul că în timpul operațiilor de montaj sau de înlocuirea aerului comprimat, pătrund în izolație particule metalice conductoare de diverse forme și dimensiuni. — Trasîndu-se curbele variației străpungerilor procentuale în funcție de tensiunea aplicată (pentru presiunile 10 și 18 at), se obține o curbă Gauss.

Se descriu detaliat încercările efectuate și rezultatele comparative obținute.

A.B

CZ. 621.316.933:621.3.015.4

Creșterea tensiunii față de pămînt în cazul tăierii unei unde de către un descărcător tubular sau în cazul conturnării izolației [După: Muravleva N. B., Electriceskie Stanții, **29** (1958) 4, 63—68, 9 fig.]

În cazul amorsării unui descărcător tubular, prin descărcarea capacităților pe inductivitățile din circuitul schemei de protecție, iau naștere fenomene tranzitorii, în genere amortizate din cauza rezistențelor din circuit. În cazul existenței unui singur circuit oscilant, rezultă o amortizare puternică, iar valoarea supratensiunii în regim tranzitoriu nu este, în general, primejdioasă. În ipoteza că schema de protecție este formată din mai multe circuite de oscilație (de exemplu în ipoteza intrării unei linii aeriene în stație printr-un cablu, ce se leagă prin intermediul unui reactor) pot lua naștere în timpul regimului tranzitoriu, ce apare la amorsarea descărcătoarelor tubulare sau la conturnarea unui izolator, supratensiuni a căror valoare depășește valoarea supratensiunii inițiale.

În cadrul articolului se analizează pe cale teoretică, regimul tranzitoriu care apare în cazul amorsării unui descărcător tubular și în ipoteza că schema de protecție este formată din două circuite oscilante, stabilindu-se relațiile de calcul (pe baza calculului operațional) care permit determinarea valorii supratensiunii în cablu, la intrarea liniei aeriene în stație, sau pe bazele acesteia. Totodată, deoarece în cazul studiului analitic s-a neglijat influența rezistențelor s-au efectuat o serie de încercări experimentale pe modele și pe viu, menționîndu-se rezultatele obținute.

Calculele efectuate, precum și rezultatele experimentale duc la concluzia că în anumite puncte ale stației pot apare supratensiuni primejdioase, a căror valoare este de aproape două ori mai mare ca valoarea supratensiunii ce apare în momentul amorsării descărcătorului tubular sau a conturnării unui izolator. Aceste supratensiuni pot apare nu numai în cazul unor unde de impulsie, dar și în cazul supratensiunilor de comutație. La apariția acestor supratensiuni este posibil ca descărcătorul cu rezistența variabilă să nu amorseze, ceea ce poate duce la avarii. Supratensiunile ce apar sînt deosebit de primejdioase pentru izolația mașinilor rotative; pentru evitarea avarierii acestora se recomandă montarea în apropierea lor de condensatoare cu o capacitate de cca 0,2 μF.

G.D.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR-ORSZÁGOS 1883

SOMMAIRE

*** * * : 41 années de progrès scientifique et technique dans l'Union Soviétique**

Electrotehnica **6** (1958) 11, 397

CD 621.319.53 : 621.314.2.001.4

Hortopan, Gh. :

Générateur à ondes de choc pour l'essai des transformateurs.

Electrotehnica **6** (1958) 11. 401

On présente une méthode de calcul pour la détermination de la variation avec le temps de la tension de choc aux bornes du transformateur, en fonction de constantes du générateur et des paramètres du transformateur essayé. On souligne la différence entre l'inductance équivalente du transformateur et l'inductance de fuites, en précisant les moyens de calcul de la première. Les oscillogrammes relevés confirment la justesse des considérations théoriques.

CD 621.313.323 : 621.316.1.016.313

Pololea, E. :

La machine synchrone à poles apparents, élément dissymétrique des réseaux électriques

Electrotehnica **6** (1958) 11, 407

L'article contient un essai de présentation synthétique et systématique des problèmes liés au fonctionnement dissymétrique des machines synchrones à poles apparents. On précise les approximations contenues dans l'utilisation de la méthode des composantes symétriques à l'étude de ce problème.

CD 628.971.7 : 79.093.5

Militaru, P. et *Schapira, W.* :

Montage de l'installation d'éclairage nocturne du Stade de la République de Bucarest et premiers résultats de l'exploitation

Electrotehnica **6** (1958) 11, 416

L'article présente la réalisation pratique de l'installation d'éclairage nocturne du Stade de la République de Bucarest, dont le projet a été présenté dans un article antérieur. On décrit en détail le montage des tours métalliques, le montage et le réglage des projecteurs et l'éxécution de l'installation d'alimentation avec énergie électrique. On présente aussi les premiers résultats obtenus.

CD 621.312 (R)

Máthé, B. :

Quelques vues sur l'activité expérimentale à l'usine „Electroputere".

L'article contient un exposé de la voie de développement de l'activité expérimentale de l'usine „Electroputere" de Craiova, et notamment de l'activité de recherches expérimentales.

Electrotehnica **6** (1958) 11, 426

DOCUMENTATION, 431

CZ 621.3.01/.09 **ELECTROTEHNICA GENERALĂ**

Angelopoulos, M. : CZ 621.3.014.31 :621.3.066

Despre arcurile de curent continuu deplasate rapid pe cale magnetică. Electrotechn. Z—A **79** (1958) 16, 572—576.

Schmitz, H. CZ 621.3.014.36 : 621.316.37

Solicitarea şi rezistenţa termică a conductorilor electrici pentru staţii. Electrotechn. Z — A **79**(1958) 16, 567—571.

Rusek, S. : CZ 621.3.015.3 :621.316.93

Supratensiunile de trăznet induse, cu referinţe speciale la protecţia contra supratensiunilor a reţelelor de joasă tensiune. Kungl. Tekniska Högskolans Handlingar (Transactions of the Royal Institute of Technology Stockholm) Nr. 120/1958.

CZ 621.311.1/.4 **CENTRALE. DISTRIBUŢII**

Ban, H. CZ 621.311.1.027.2.6

Probleme actuale şi de perspectivă ale întreprinderilor pentru alimentarea oraşelor mari cu energie electrică. El Wirtsch **57** (1958) 12, 359—36); 13,392—397.

CZ 621.313. **MAŞINI ELECTRICE**

Strafun, J. N., Rostovţeva, M. S. : CZ 621.313

O cercetare a sistemului de autoexcitaţie cu redresoare cu semiconductoare a turbogeneratoarelor de mare putere. Electricestvo **78** (1958)8, 37—41.

Benedict, O.V. : CZ. 621.313

Unele probleme în teoria maşinilor electrice de tipul autodinei. Electricestvo **78** (1958)8, 42—46.

Siunov, N. S., Gavrilov, B. K., Breev, V.N. : CZ 621.313

Excitaţia motoarelor sincrone de construcţie normală cu folosirea redresoarelor mecanice. Electricestvo **78** (1958) 8,46—49.

Mamikoniant, L. G. CZ 621.313

Curenţi şi cupluri la viteze variabile în maşinile de inducţie şi sincrone. Electricestvo **78** (1958), 8,54—63

Berger, L. : CZ 621.313.13.048.8 :678.84

Motorul cu silicone şi particularităţile sale constructive Dtsch. Electrotechn. **12** (1958) 8,279—280.

Schaefer, H. : CZ 621.313.333.2.016.3

Determinarea empirică a caracteristicilor medii de încărcare pentru motoare trifazate în scurteircuit. Electrotechn. Z—A **79**(1958) 14,502—507.

---

* * * CZ 621.313

Un sistem de excitaţie pentru alternatoarele auxiliare pentru marină. Electr. Energy **2**(1958) 7,282—283.

Smith, O.J.M. : CZ 621.313

Generator cu flux sincron. Electr. Engng **77** (1958) 7,605—610

CZ 621.314.1./3 **TRANSFORMATOARE ELECTRICE**

Klimov, N. S. : CZ 621.314

Tendinţele în proiectarea transformatoarelor şi blocurilor transformator-generator. Electricestvo **78** (1958) 8,50—54.

Stejskal, H., Wilfling, W. CZ 621.314.2.001.4

Metode moderne de încercare şi cercetare în construcţia transformatoarelor. Dtsch. Elektrotechn. **12** (1958) 8, 284—291.

Wilfling, W. CZ 621.314.21.002.54

Pe drumul mecanizării construcţiei transformatoarelor Dtsch. Elektrotechn. **12** 1958 8,28L—284

Christoffel, M. CZ 621.314.21.045 :621.3.014.33.015.33

Influenţa fierului şi înfăşurărilor secundare asupra variaţiei curentului şi tensiunii la fenomene deimpuls în înfăşurările transformatoarelor. Brown Boveri Mitt. **45** (1958) 6,254—262.

Halloran : CZ 621.314

Lipsa standardelor pentru transformatoarele de înaltă tensiune, pentru redresoare. Comunication and Electronics (AIEE) (1958)34,690—694

CZ 621.314.6./7 **REDRESOARE ŞI TRANZISTOARE**

Hübner, R. CZ 621.314.652.027.6 :621.396.61.

Redresoare de înaltă tensiune comandate pe grilă. Electrotechn. Z—A **79** (1958) 15,530—532

Sichling, G. CZ 621.314.7.004 : 621.31

Folosirea semiconductoarelor comandabile în tehnica curenţilor tari. Electrotechn. Z—A **79** (1958) 14,492—497

CZ 621.315.5. **CONDUCTOARE ELECTRICE**

Hassel, F. CZ 621.315.51$_{53}$

Aluminiul ca înlocuitor al cuprului în electrotehnică Dtsch. Electrotechn. **12** (1958) 8,272—274

CZ 621.315.61/62 **MATERIALE IZOLANTE. IZOLATOARE**

Andrianov, K. A. CZ. 621.315.61

Compuşi macromoleculari în energetică. Electricestvo **78** (1958)8,1—4.

Privezenţev, V. A. CZ 621.315.61

Conductoare de bobinaj cu izolaţie termorezistentă. Electricestvo **78** (1958) 8,5—11.

Baranovski, V.V., Sugal, I.L. CZ 621.315.61

Mase de plexiglas în energetică. Electricestvo **78** (1958) 8, 12—16.

Polonik, P.A. CZ 621.315.61

Proprietăţile electrice ale fibrelor artificiale şi sintetice. Electricestvo **78** (1958) 8,17—21.

Epstein, L. A., Petraşko, A.I.P. CZ 621.315.61

Polimeri sintetici în izolaţia electrică de mică. Electricestvo **78** (1958) 8,21—28.

Zabirina, K. I., Fromberg, M.B. CZ 621.315.61

Lacuri polimerice în izolaţia electrică. Electricestvo **78** (1958) 8,28—37

Zaleski, A. M. CZ 621.315.61

Determinarea valorii tensiunii de conturnare pe coloanele şi lanţurile de izolatoare. Electricestvo **78** (1958) 8,69—74.

CZ 621.316.9 **PROTECŢIE**

Stepanov, T. F. CZ. 621.316.9

Protecţia direcţională împotriva punerilor la pământ. Electricestvo **78** (1958), 75—79

CZ 621.317 **MĂSURĂTORI ELECTRICE**

Boatz, H., Böcker, H. Ozkaya, M.: CZ 621.317.333.8.089.6

Etalonarea circuitelor pentru măsurarea tensiunilor de impuls cu ajutorul impulsului dreptunghiular de descărcare, Electrotechn. Z.—A. **79** (1958) 16,553—560

CZ 621.317.7 **INSTRUMENTE. APARATE DE MĂSURĂ**

Albach, W., Bocsc, P. CZ 621.317.785.088

Despre influenţa supraintensităţilor asupra contoarelor de curent alternativ. Electrotechn. Z—A **79** (1958) 14,489—491.

Watson, A. S. CZ 621.317

Un ampermetru de c.c. perfecţionat cu transductor Electr. Energy **2**(1958) 7,275—281.

CZ 621.39 **ELECTROCOMUNICAŢII**

Griesinger, W., Popp, E. Schulz, E. CZ 621.396.679.1.014.1

Despre repartiţia curenilor de trăznet în dispozitivul de punere la pământ a unui pilon de antenă. Electrotechn Z—A **79** 1958295,526—529

Se face cunoscut celor interesați că A.S.I.T. pune la dispoziție colecții complecte pe anul 1958 din următoarele reviste: CONSTRUCȚII, TELECOMUNICAȚII, TRANSPORTURI, MINE, INDUSTRIA UȘOARĂ, INDUSTRIA LEMNULUI, AUTOMATICA ȘI ELECTRONICA, HIDROTEHNICA.

Deasemeni revista PETROL ȘI GAZE/1958 fără nr. 3 și revista CHIMIE/1958 fără nr. 2.

Revistele CELULOZĂ ȘI HIRTIE pe semestrul I/1958 și revista PĂDURI pe semestrul II/1958.

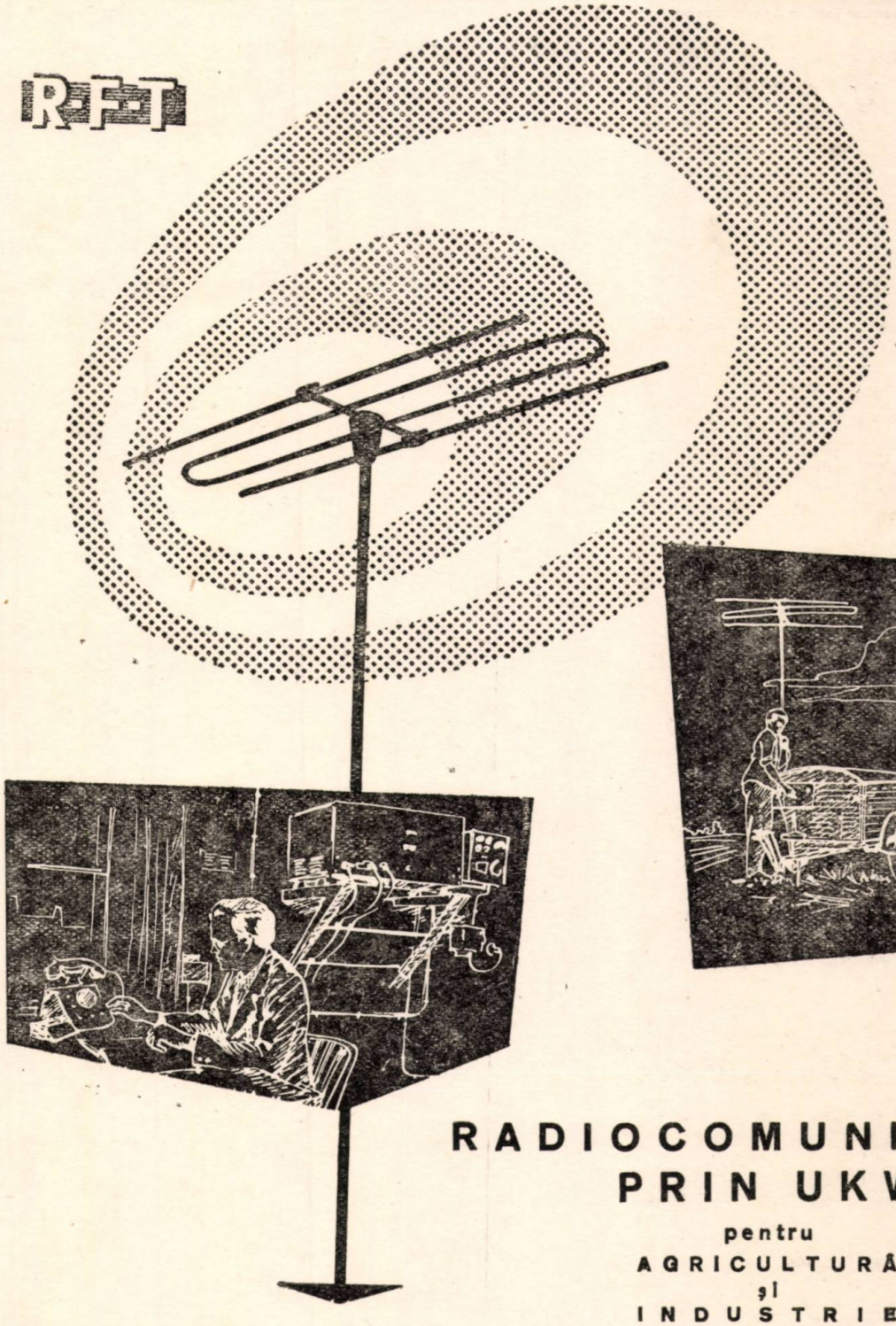
Colecția completă pe un an pentru membrii ASIT ingineri și tehnicieni costă lei 30, iar pentru întreprinderi și instituții lei 96. Gazeta „TEHNICA NOUĂ" lei 26 pe un an. Plata se poate face prin mandat poștal sau prin virament pe adresa: ASIT — Calea Victoriei nr. 118, București, cont virament nr. 071.012 BRPR — DOC, telefon 14.06.24.

* * *

La aceeași adresă se găsește de vînzare revista *ELECTROTEHNICA Nr. 7/1958* care conține traducerea comentată a **„Vocabularului Electrotehnic Internațional"** (*Definiții fundamentale*) cu termenii corespunzători în limbile rusă, engleză, franceză, germană și italiană

Costul unui exemplar 5 lei.

RFT



RADIOCOMUNICAȚII PRIN UKW

pentru
AGRICULTURĂ
și
INDUSTRIE

Cereți prospectele noastre

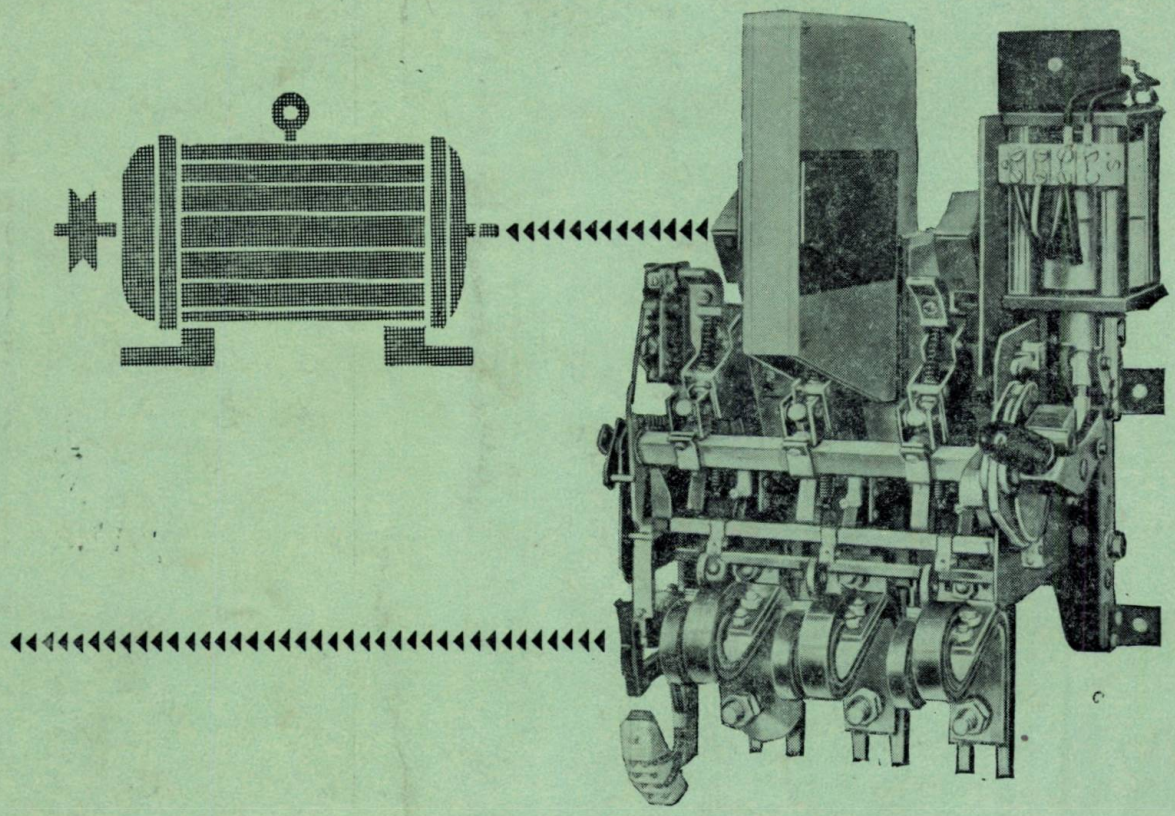
VEB FUNKWERK — DRESDEN

DRESDEN N 15, MESCHWITZSTRASSE

Informațiuni pentru export la:

DEUTSCHER INNEN UND AUSSENHANDEL ELEKTROTECHNIK

BERLIN C 2, LIEBKNECHTSTRASSE 14



INTRERUPTOARELE DE FORȚĂ EM

acționate manual și de la distanță

se folosesc în instalațiile de joasă tensiune ale diverselor industrii, ale exploatărilor miniere și ale transporturilor navale și aeriene.

Ele servesc pentru conectarea motoarelor și a altor consumatori în instalațiile de distribuție, pentru protecția contra suprasarcinilor și scurtcircuitelor. Pentru conectare și întrerupere, întreruptoarele acționate la distanță pot fi dotate cu magnet de conectare, motor de conectare sau cu dispozitiv de conectare acționat prin aer comprimat. Pentru a corespunde utilizărilor cărora le sînt destinate, toate întreruptoarele EM sînt prevăzute cu declanșator de tensiune minimă, declanșator de curent de lucru și contacte auxiliare. In numeroase întreprinderi din țară și străinătate, în care se produce sau se consumă energie electrică, se folosesc întreruptoarele noastre EM.

Separat mai fabricăm:

Aparate de conectare, aparate de măsură, contoare, relee și redresoare.

PROSPECTE DEZVOLTATE CU DETALII TEHNICE STAU LA DISPOZIȚIE GRATUIT

EAW

VEB ELEKTRO-APPARATE-WERKE

(UZINELE DE APARATE ELECTRICE, PROPRIETATE DE STAT).

BERLIN — TREPTOW, HOFFMANNSTRASSE, 15 — 26

Reprezentanța: **AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE ÎN R. P. R.**

Departamentul — Politica Comercială București

Lei 5

E 2040

REFERALVA

KAT

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
OBMEH - C[illegible] RE
VYMENA - WY[illegible]ANA
TAUSCH - CMEHA

ELECTROTEHNICA

12

Electrotehnica — București

Anul 6 ★ nr. 12 ★ decembrie 1958

Către cititorii noştri

Urmărind îmbunătăţirea continuă a conţinutului şi a formei revistei noastre, Comitetul de redacţie a luat numeroase măsuri, al căror scop este de a face revista mai utilă, mai documentată şi mai atrăgătoare masei cititorilor. Unele din aceste măsuri necesită explicaţii şi o îndrumare pentru a asigura o întrebuinţare raţională a revistei. Unele explicaţii se dau mai jos, iar pentru informaţii de detaliu rugăm pe cititorii noştri să se adreseze direct redacţiei revistei noastre.

Revista are următoarele părţi : partea de fond, partea documentară şi inseratele.

1. Partea de fond *conţine : articole, note discuţii, referate, recenzii, norme şi standarde şi cronica. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică şi o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detaşeze şi să se lege formînd colecţia revistei.*

1.1. Articole. *Articole de fond privind luări de poziţii, comentarii faţă de evenimente politice, economice şi tehnice de importanţă mare.*

Articolele tehnico-ştiinţifice, tehnico-economice sau tehnologice (4—6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză, se publică în condiţiile comunicate autorilor pe prima contrapagină a numerelor revistei din anul 1957. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacţională destinată a situa articolul în tematica revistei şi în problematica actuală a domeniului, cu subliniereа importanţei sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a uşura regăsirea unui articol într-o colecţie de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care împreună cu fişele documentare ale sumarelor în limba romînă şi în patru limbi străine permit identificarea obiectului articolelor şi pentru cititorii străini care nu cunosc limba romînă.

În acelaşi timp sumarele pe fişe (v. mai jos) şi tablele de materii anuale, pe 5 ani etc. dau posibilitatea regăsirii uşoare a unui articol în colecţie.

1.2. Notele *sînt expuneri mai scurte şi de o importanţă mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal şi se introduc în sumarele anuale.*

1.3. Discuţii *asupra unor lucrări sau articole apărute constînd dintr-o luare de poziţie şi un răspuns, se admit fără ca redacţia să ia un angajament sau responsabilitate în ce priveşte părerile exprimate. Discuţiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori şi cititori.*

1.4. Referatele *sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din ţară şi din străinătate care se consideră de către redacţie a fi interesante şi utile cititorilor. Indicaţia bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele şi referinţe bibliografice).*

1.5. Recenzii *sînt prezentări mai ample şi critice ale unor lucrări de anvergură, cărţi, monografii, dizertaţii. Recenzorii se aleg de către redacţie printre persoanele competente în domeniul respectiv şi care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă şi să permită îmbunătăţiri la o nouă ediţie.*

1.6. Norme şi standarde *este o rubrică de prezentare a ultimilor ştiri privind redactarea şi apariţia de norme şi standarde electrotehnice în ţară şi străinătate (norme internaţionale).*

1.7. Cronica *serveşte la anunţarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii : congrese, conferinţe, aniversări, comemorări etc.*

2. Partea documentară *a revistei este mult amplificată faţă de trecut avînd în vedere nevoia acută de a promova şi îmbunătăţi documentaţia tehnico-ştiinţifică în masa inginerilor şi tehnicienilor electricieni.*

2.1. Sumarele *sînt redactate în cinci limbi sub formă de fişe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificaţie zecimală şi referinţe bibliografice normale (denumirea şi numărul revistei se repetă pe fiecare fişă). Dispuse pe fanioane care se detaşează la scoaterea broşelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate şi ordonate în fişiere bibliografice individuale, ca şi:*

2.2. Titlurile *unor articole recente din periodice din ţară şi străinătate, care pot să prezinte interes pentru inginerii sau tehnicienii noştri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4.).*

3. Inseratele sînt :

3.1. Anunţuri *de evenimente şi apeluri către cititori sau autori.*

3.2. Reclame *şi prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi electrotehnice din ţară şi străinătate.*

Condiţiile pentru inserarea de anunţuri şi reclame se comunică de către redacţie celor interesaţi.

Redacţia speră a fi acţionat în interesul cititorilor luînd aceste măsuri şi îşi propune ca obiectiv şi în viitor să facă revista cît mai utilă, mai interesantă şi cît mai vie.

Revista „Electrotehnica", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Grele Editor : Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia : Bucureşti, Str. Ion Ghica nr. 3, telefon 16.78.78. Administraţia şi Casieria : Bucureşti, Cal. Victoriei, 118, telefon 14 06 24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic ilustrativ apărut în revistă cît şi cele privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual : pentru întreprinderi lei 96, individual lei 30. Preţul unui exemplar : lei 5. Abonamentele se primesc la sediul administraţiei sus indicate. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică nr. 3. Bucureşti.

ELECTROTEHNICA

Anul VI nr. 12 Decembrie 1958

SUMAR

CZ 621.312

Crişan I.: **Industria sovietică în lumina planului septenal de desvoltare a economiei naţionale a U.R.S.S.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 437

CZ 621.312

Iancovici V.: **Zece ani de activitate a întreprinderii „Klement Gottwald".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 439

Se prezintă un bilanţ general al activităţii întreprinderii de la înfiinţare şi pînă în prezent.

CZ 621.312

Neacşu Fl.: **Grija faţă de om la fabrica „Klement Gottwald".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 443

Sînt prezentate realizările social-culturale ale fabricii, caracterizînd creşterea nivelului de trai material şi cultural al personalului din întreprindere.

CZ 621.313.3–9

Bunea V.: **Generatorul de frecvenţă ridicată în sarcină.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 444

Se studiază comportarea generatoarelor de înaltă frecvenţă la funcţionarea în sarcină determinîndu-se parametrii optimi ai circuitului de sarcină. Se prezintă problemele de exploatare legate de realizarea parametrilor optimi ai circuitului sarcinii. Se dau exemple de calcul şi recomandări de exploatare.

CZ 621.313.2: 621.3.013.4

Nicolescu E.: **Determinarea reacţiei indusului la maşinile de curent continuu cu întrefier neuniform.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 453

Se indică o metodă grafică de calcul a reacţiei indusului la motoarele de curent continuu cu întrefier neuniform. Metoda este exemplificată pe un motor de tracţiune fabricat la uzina Klement Gottwald.

CZ 621.313.333

Herescu R.: **Evoluţia construcţiei de motoare asinerone la uzina „Klement Gottwald".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 458

Se prezintă în mod evolutiv tipurile de maşini asincrone fabricate de la înfiinţarea întreprinderii şi pînă în prezent, indicîndu-se îmbunătăţirile realizate.

CZ 621.313

Ionescu N. şi *Cotta Al.*: **Aspecte în legătură cu tehnologia de fabricaţie a maşinilor electrice la „Klement Gottwald".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 463

Se dau principalele caracteristici ale tehnologiei de fabricaţie a maşinilor electrice.

CONTENTS

DC 621.312

Crişan I. : **The Soviet electrical engineering industry under the light of the seven years development plan of the U.S.S.R.'s political economy**

Electrotehnica 6 (1958) 12, 43 7

DC 621.312

Iancovici, V. : **A decade of activity of the enterprise ,,Klement Gottwald".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 439

A general balance of the activity of this enterprise from its foundation up to now is presented.

DC 621.312

Neacşu, Fl. : **The careful attention for human being at the factory ,,Klement Gottwald".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 443

The social and educational achievements of this factory, characterizing the material and educational standard of life of its employees are outlined.

DC 621313.3 – 9

Bunea, V. : **High- frequency generator in charge.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 444

The behaviour of high-frequency generators when operating in charge is studied, in determining the optimum parameters of the charge circuit. The exploitation problems connected with the achievement of optimum parameters of charge circuit are presented. Computing examples and technical recommendations are given.

DC 621.313.2 – 621.3.012.4

Nicolescu, E. : **Determining the reaction of the armature of direct current machines by means of non uniform air gap.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 453

A new graphic method of computing the reaction of the armature of direct current motors by means of non uniform air gap is shown. This method is illustrated by an example on a traction motor manufactured at the factory ,,Klement Gottwald".

DC 621.313.333

Herescu, R. : **The evolution of building asynchronous motors at the factory ,,Klement Gottwald".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 458

The different types of asynchronous machines, carried out from foundation of the enterprise up to the present, are exposed according to their development in the course of time, indicating the achieved improvements.

DC 621 313

Ionescu, N. and *Cotta, Al.* : **Aspects related to the manufacturing technology of electrical machines at ,,Klement Gottwald's".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 463

The main characteristics of th manufacturing technology *of electrical machines are indicated.*

RUMANIAN ELECTRICAL ENGINEERING PRODUCES, p. 470

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.312
Crişan I. **Советская электропромышленность и семилетний план развития народного хозяйства в СССР.**
Electrotehnica **6** (1958) 12, 437

ДК 621.312
Iancovici V: **Десять лет деятельности завода имени Клемента Готтвальда.**
Electrotehnica **6** (1958) 12, 439
Приводятся достижения завода за его десятилетнего существования.

Д.К. 621.312
Neacşu Fl: **Забота о человеке на заводе имени Клемента Готтвальда.**
Electrotehnica **6** (1958) 12, 443
Приводятся общественно-культурные достижения завода, характеризующие рост материального и культурно-бытового уровня рабочих этого предприятия

Д.К, 621.313.3—9
Bunea V: **Работа генератора повышенной частоты под нагрузкой.**
Electrotehnica **6** (1958) 12, 444
Исследуется поведение высокочастотных генераторов под нагрузкой. Определяются оптимальные значения параметров нагрузки и подробно рассматриваются вопросы эксплуатации, связанные со соблюдением этих значений. Приводятся параметры расчета и даются рекомендации по эксплуатации.

Д.К. 621.313.2—621.3.013.4
Nicolescu E: **Определение реакции якоря машин постоянного тока с неоднородным зазором.**
Electrotehnica **6** (1958) 12, 453
Изложен графический метод определения реакции якоря двигателей постоянного тока с неоднородным зазором. Дан пример расчета для тягового двигателя, разработанного заводом имени Клемента Готвальда.

Д.К. 621.313.333
Heresciu R: **Развитие конструкции асинхронных двигателей на заводе им. Клемента Готтвальда.**
Electrotehnica **6** (1958) 12, 458
Делается обзор различных типов асинхронных двигателей, разработанных на заводе в течение его десятилетнего существования и отмечаются мероприятия по улучшению производства двигателей этого типа.

Д.К. 621.313
Ionescu N. Cotta Al: **Некоторые вопросы технологии производства электромашин на заводе им. Клемента Готтвальда.**
Electrotehnica **6** (1958) 12, 463
Даны главные характеристики технологии производства электрических машин на этом заводе.

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РУМЫНСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, 470

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.312

Crişan I.: **Die sowjetische elektrotechnische Industrie im Lichte des Siebenjahrplans für die Entwicklung der Volkswirtschaft der U. d. S. S. R.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 437

DK 621.312

Iancovici V.: **Zehnjährige Tätigkeit des Betriebes „Klement Gottwald".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 439

Es wird eine Generalbilanz der Tätigkeit dieses Betriebes seit seiner Gründung angegeben.

DK 621.312

Neacşu Fl.: **Die Sorge um den Menschen in der Fabrik „Klement Gottwald".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 443

Der Aufsatz zeigt die sozial-kulturellen Errungenschaften des Werkes, welche den Stand des materiellen und kulturellen Lebensstandards des Betriebspersonals charakterisieren.

DK 621.313.3 – 9

Bunea V.: **Der Hochfrequenzgenerator bei Belastung.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 444

Man untersucht das Verhalten der Hochfrequenzgeneratoren beim Betrieb unter Last und bestimmt dabei die besten Parameter des Belastungsstromkreises. Ferner werden Betriebsprobleme im Zusammenhang mit der Verwirklichung der günstigsten Parameter des Laststromkreises behandelt. Dazu werden Berechnungsbeispiele und Betriebsanweisungen angegeben.

DK 621.313.2 – 621.3.013.4

Nicolescu E.: **Die Bestimmung der Ankerrückwirkung bei Gleichstrommaschinen mit ungleichförmigem Luftspalt.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 453

Man zeigt eine graphische Methode zur Berechnung der Ankerrückwirkung bei Gleichstrommotoren mit ungleichförmigem Luftspalt. Die Methode wird auf einen in der Fabrik „Klement Gottwald" hergestellten Bahnmotor angewandt.

DK 621.313.333

Herescu R.: **Die Entwicklung der Herstellung von Asynchronmotoren im „Klement Gottwald"-Werk.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 458

Es werden der Reihe nach die verschiedenen Typen von Asynchronmaschinen beschrieben, welche das Werk seit dessen Gründung entwickelte und dabei die ständigen Verbesserungen hervorgehoben.

DK 621.313

Ionescu N. und *Cotta Al.*: **Aspekte im Zusammenhang mit der Fabrikationstechnologie der elektrischen Maschinen bei „Klement Gottwald".**

Electrotechnica **6** (1958) 12, 463

Es werden die Hauptcharakteristiken der Fabrikationstechnologie bei elektrischen Maschinen angegeben.

RUMÄNISCHE ELEKTROTECHNISCHE ERZEUGNISSE, 470

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS MÚZEUMA 1823

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ŞI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 6 nr. 12 Bucureşti, decembrie 1958

Industria electrotehnică sovietică în lumina planului septenal de dezvoltare a economiei naţionale a U.R.S.S.

ION CRIŞAN — Bucureşti *)

CZ 621.312

Studiul tezelor raportului tov. N. S. Hruşciov la Congresul al XXI-lea al P.C.U.S., cuprinzînd cifrele de control ale dezvoltării economiei naţionale a U.R.S.S. pe anii 1959—1965, dezvăluie grandioasele sarcini ale industriei electrotehnice sovietice în această perioadă de cea mai mare importanţă a dezvoltării Uniunii Sovietice — „perioada construirii intense a societăţii comuniste". *La această* „etapă hotărîtoare a întrecerii cu lumea capitalistă, cînd practic trebuie îndeplinită sarcina istorică de a ajunge din urmă şi a întrece cele mai dezvoltate ţări capitaliste în ceea ce priveşte producţia pe cap de locuitor", *industria electrotehnică reprezintă unul din factorii principali pe care se bazează* „avîntul continuu puternic al tuturor ramurilor economiei..., întărirea considerabilă a potenţialului economic al ţării în vederea asigurării creşterii neîntrerupte a nivelului de trai al poporului".

Contribuţia industriei electrotehnice este deosebit de însemnată şi condiţionează în mare măsură dezvoltarea accelerată a ramurilor de producţie pe care, cu drept cuvînt, tezele le consideră hotărîtoare. Realizarea unui spor considerabil a producţiei de metal, a industriei chimice, a industriei extractive de petrol şi gaze; reconstruirea tehnică a transportului feroviar pe baza electrificării şi a introducerii pe scară largă a tracţiunii cu locomotive Diesel; avîntul continuu al agriculturii şi al construcţiilor de locuinţe; dezvoltarea rapidă a electrificării tuturor ramurilor economiei; toate acestea nu pot fi concepute fără asigurarea necesarului multilateral de maşini la nivelul exigenţelor mereu crescînde ale tehnicii moderne.

În mod special se subliniază, în acea parte a tezelor care se ocupă de principalele sarcini ale dezvoltării economiei, faptul că viitoarea perioadă de şapte ani „se va distinge prin progresul tehnic în toate ramurile economiei naţionale". *Între elementele care sînt menite să asigure acest progres, alături de dezvoltarea construcţiei proprii de maşini — în special maşini-unelte şi utilaje pentru industria materiilor prime de bază — se citează în mod special industria electrotehnică şi radioelectronică, ramuri care au o contribuţie hotărîtoare în mecanizarea şi automatizarea complexă a proceselor de producţie.*

Indicaţii concludente asupra dinamicii de producţie care revine industriei electrotehnice în cadrul planului septenal de dezvoltare a economiei U.R.S.S. pe 1959—1965 se pot deduce din cifrele de control cu privire la electrificare, ţinînd seama de faptul că „următoarea perioadă de şapte ani va constitui etapa hotărîtoare în ceea ce priveşte traducerea în viaţă a ideii lui Lenin cu privire la electrificarea totală a ţării". *Astfel, în 1965 producţia de energie electrică a Uniunii Sovietice va atinge 500—520 milioane kWh, crescînd faţă de 1958 de 2—2,2 ori. În aceeaşi proporţie va creşte puterea instalată a centralelor electrice, ponderea predominantă referindu-se la creşterea centralelor cu turbine termice, a căror creştere în acelaşi interval va fi de 2,3—2,4 ori. Numai în 1965 se vor produce circa 18—20 milioane kW în turbine şi turbogeneratoare. În mod corespunzător producţia anuală de transformatoare de forţă va trebui să atingă 60—80 milioane kW, ceea ce reprezintă o cantitate de ordinul sutelor de mii de bucăţi. Producţia de electromotoare, principalul consumator de energie electrică va atinge în 1965, conform cifrelor de control, 32—34 milioane kW, respectiv un ordin de mărime de milioane de bucăţi pe an. Aceste cîteva cifre dau o imagine, desigur incompletă, a forţelor considerabile de producţie care s-au creat şi se creează în industria electrotehnică sovietică.*

*

Principalele sarcini ale industriei electrotehnice în această etapă rezultă din sarcina fundamentală a industriei constructoare de maşini, formulată în teze după cum urmează: „Ritmul înalt de dezvoltare a industriei constructoare de maşini, prevăzut în cifrele de control, va asigura înzestrarea întreprinderilor cu utilaje noi şi îmbunătăţirea radicală a tehnologiei producţiei, ceea ce va constitui factorul hotărîtor pentru creşterea productivităţii muncii, va uşura condiţiile de muncă şi va da posibilitatea să se reducă mai departe ziua de muncă".

În mod special sînt scoase în evidenţă în teze sarcinile deosebite care stau în faţa industriei electrotehnice şi electronice:

„Se acordă o deosebită atenţie dezvoltării industriei electrotehnice ca bază tehnică principală pentru electrificarea ţării. Se prevede ca, pe baza realizărilor ştiinţei şi practicii să se ridice simţitor nivelul tehnic şi să se îmbunătăţească calitatea maşinilor electrice, a dispozitivelor şi aparatelor din sectorul electrotehnic, a cablurilor şi a materialelor electroizolante, astfel încît să fie satisfăcute nevoile tuturor ramurilor

*) Ing. *I. Crişan* e director tehnic în D.G.I.E.T. din M.I.G.

economiei naţionale şi nevoile casnice ale oamenilor muncii.

Trecerea la mecanizarea complexă şi la producţia dirijată automat cu utilizarea mijloacelor tehnicii electronice va constitui trăsătura cea mai caracteristică a progresului tehnic contemporan şi trebuie să fie principala orientare în elaborarea construcţiilor noilor maşini".

Principalele direcţii de dezvoltare ale industriei electrotehnice rezultînd din sarcinile astfel enunţate sînt următoarele :

1. Fabricarea utilajelor ultramoderne pentru toate ramurile economiei naţionale şi în primul rînd pentru industria materiilor prime de bază şi industria energetică, precum şi a maşinilor şi aparatelor necesare extinderii mecanizărilor şi aplicării automatizării complexe în industrie. În acest sens o atenţie deosebită se va da desigur problemei creşterii continue a puterii unitare a generatoarelor pentru turbine cu abur şi a transformatoarelor, întrucît realizarea unor unităţi din ce în ce mai mari conduce la reducerea sensibilă a costurilor de exploatare a centralelor termoelectrice, sporind astfel eficacitatea economică a investiţiilor în termocentrale. Este normal ca realizarea într-un volum atît de însemnat (45—50 milioane kW) a unor termocentrale în unităţi de cîte 1 milion kW şi peste, să conducă la realizarea industrială în condiţii cît mai economice a unităţilor turbogeneratoare cu puteri unitare (mergînd pînă la 2—3 ori puterile realizate în ultimii ani).

Nu mai puţin importantă este sarcina creării unui sortiment mai vast de transformatoare, aparataj de linie şi de protecţie, cabluri pentru tensiunea de 500 kV curent alternativ şi 800 kV curent continuu, dat fiind extinderea considerabilă ce se va da reţelelor de tensiuni foarte înalte. Asigurarea echipamentului electric pentru producţia mecanizată şi automatizată a metalelor feroase şi neferoase, pentru extracţia cărbunelui, petrolului şi a gazelor, pentru industria chimică, pentru industria transporturilor, pentru agricultură şi construcţii, pune problema extinderii producţiei unor noi serii de maşini şi aparate, cît mai bine adaptate condiţiilor de utilizare, a realizării unui sortiment vast de elemente de automatizare, cît şi creşterea cantitativă a volumului de producţie.

2. Crearea şi fabricarea maşinilor pe baza aplicării celor mai recente cuceriri şi descoperiri ale ştiinţei şi tehnicii mai cu seamă ale radioelectronicii, supraconductibilităţii, ultrasunetului, izotopilor radioactivi, semiconductorilor, energiei nucleare. Ar fi de subliniat aici importanţa producerii echipamentului electric complex pentru obţinerea energiei electrice prin folosirea combustibilului nuclear precum şi importanţa economică deosebită a echipării diferitelor instalaţii cu redresoare din elemente semiconductoare cu puteri din ce în ce mai mari, mergînd pînă la miile de kW.

3. Ridicarea caracteristicilor tehnico-economice şi a indicilor maşinilor şi utilajelor produse, a randamentului, productivităţii, siguranţei, în condiţiile reducerii considerabile a greutăţii lor. În această ordine de idei o deosebită contribuţie va putea fi asigurată prin dotarea economiei cu producători şi consumatori de energie cu randamente ridicate, cum ar fi de exemplu agregatele generatoare cu turbine cu gaze, fixe şi mobile, al căror echipament electric va constitui cu siguranţă o preocupare importantă a industriei electrotehnice.

4. Folosirea pe scară largă a materialelor cu caracteristici şi proprietăţi îmbunătăţite şi speciale, cum sînt masele plastice, materialele semiconductoare, feromagnetice, şi altele. Prin specificul ei, industria electrotehnică este deosebit de susceptibilă de a realiza o mare eficacitate economică prin folosirea materialelor moderne (în special electroizolante şi feromagnetice). În mod practic acest obiectiv se va realiza prin introducerea în fabricaţie a noilor serii unitare de maşini electrice şi transformatoare, cu greutate şi gabarite reduse, bazate pe exploatarea integrală a caracteristicilor fizice ameliorate ale acestor materiale. Realizările de pînă acum ale industriei electrotehnice sovietice în acest domeniu permit să se tragă concluzia că reducerea minimă de 25% a consumului de metale feroase, prezentată ca sarcină pentru industria constructoare de maşini în proiectul de cifre de control, va putea fi fără îndoială realizată şi depăşită de industria electrotehnică prin noile serii unitare în curs de pregătire.

5. Dezvoltarea mai departe a specializării şi cooperării întreprinderilor. Dinamica accentuată a volumului de producţie va pune desigur şi industriei electrotehnice problema limitării sortimentului fabricat de unele uzine în avantajul măririi seriilor şi creşterii considerabile a productivităţii muncii.

6. Însemnătatea măsurilor în domeniul economisirii materialelor în producţia de utilaje. Afară de cele menţionate mai sus, principala resursă a industriei electrotehnice constă în extinderea folosirii aluminiului în locul cuprului pentru înfăşurările maşinilor electrice şi ale transformatoarelor, pentru cabluri şi conductori, precum şi a maselor plastice în locul plumbului în producţia de cabluri. La nivelul actual al tehnicii, înlocuirea cuprului cu aluminiu ca material activ devine economiceşte justificată chiar într-o ţară mare producătoare de cupru, cum este U.R.S.S. Citäm din teze că numai „utilizarea aluminiului şi a maselor plastice în producţia de cabluri va economisi pentru stat, în decursul celor şapte ani, pînă la 10 miliarde ruble precum şi peste 400 000 tone de plumb şi peste 400 000 tone de cupru".

7. Îmbunătăţirea radicală a tehnologiei producţiei, reutilarea întreprinderilor constructoare de maşini prin înlocuirea şi modernizarea pe scară largă a utilajelor, precum şi extinderea considerabilă a mecanizării şi automatizării, nu numai a lucrărilor principale ci şi a celor auxiliare. Industria electrotehnică prin unitatea tehnologică a unora din produsele sale, se pretează în mod deosebit la automatizarea proceselor de producţie în momentul în care, aşa cum se întîmplă în Uniunea Sovietică, se produce o creştere considerabilă a volumului de producţie. Folosind experienţa acumulată pînă acum în exploatarea unui număr relativ mare de linii automate, pentru stanţarea tolelor, prelucrarea axelor şi carcaselor, impregnarea şi uscarea miezurilor magnetice bobinate va creşte continuu domeniul de utilizare a acestor linii în spre gabarite din ce în ce mai mari. În mod special va fi probabil larg automatizată fabricaţia de cabluri şi conductori, folosind experienţa deja acumulată de unele fabrici sovietice fruntaşe, în domeniul trefilării şi recoacerii simultane a conductorilor şi profilelor de cupru şi aluminiu, a executării învelişului din aluminiu a cablurilor prin presare continuă folosind prese special construite în acest scop, prin extinderea agregatelor de vulcanizare continuă a conductorilor în vînă de cauciuc, prin automatizarea controlului şi dirijării proceselor de uscare şi impregnare a cablurilor de forţă cu izolaţie de hîrtie şi altele.

★

Industria electrotehnică sovietică întîmpină Congresul al XXI-lea al P.C.U.S. cu mari victorii. Ea a reprezentat şi reprezintă în continuare, prin ajutorul dezinteresat pe care l-a acordat industriilor electrotehnice din ţările de democraţie populară şi în mod special industriei electrotehnice din ţara noastră, un factor de progres pentru întreg lagărul socialist. Rezultatele obţinute de industria electrotehnică sovietică, precum şi sarcinile măreţe pe care planul septenal de dezvoltare a economiei naţionale a U.R.S.S. i le va trasa, trebuie să fie pentru toţi lucrătorii din industria electrotehnică din ţara noastră exemplu, îndrumare şi îndemn.

Zece ani de activitate a întreprinderii „Klement Gottwald"

VICTOR IANCOVICI — București *)

CZ 621.312

Se împlinesc 10 ani de la intrarea în funcțiune a întreprinderii „Klement Gottwald", prima fabrică de mașini electrice din R.P.R. organizată pe principii industriale moderne și dotată cu echipament tehnologic corespunzător. Ea este — ca de altfel întreaga ramură a industriei electrotehnice din țară — o creație a regimului de democrație populară, expresie a grijii continue și consecvente a conducerii partidului și guvernului pentru dezvoltarea unei puternice baze industriale, element hotărîtor al mersului nostru spre socialism.

Aniversarea începerii producției întreprinderii „Klement Gottwald" coincide cu ziua măreței sărbători a clasei muncitoare din lumea întreagă, aniversarea Marei Revoluții Socialiste din Octombrie și a formării primului stat socialist.

Acest eveniment de importanță istorică mondială a constituit punctul de plecare al uriașelor victorii ale socialismului asupra orînduirii capitaliste, victorii care au făcut posibilă și eliberarea patriei noastre, creindu-se astfel condițiile pentru zdrobirea economică și politică a burgheziei, clasa muncitoare preluînd puterea politică și pășind cu succes pe calea construcției socialiste. Existența întreprinderii „Klement Gottwald" reprezintă una dintre nenumăratele realizări ale regimului democrat popular și este ca atare și ea legată de punctul de plecare al victoriilor noastre, de Marea Revoluție Socialistă din Octombrie. Această idee este veșnic prezentă în gîndurile și activitatea colectivului fabricii, care alături de toți oamenii muncii din patria noastră nu va uita niciodată ce datorează marelui popor sovietic, făuritor al primului stat socialist, sprijin de nădejde al năzuințelor de pace și libertate a oamenilor muncii din întreaga lume.

După cum se știe, sub regimul burghezo-moșieresc nu exista în Romînia o industrie electrotehnică, nu existau întreprinderi producătoare de mașini și aparate electrice, economia țării fiind întru totul tributară în acest domeniu monopolurilor și trusturilor capitaliste din apus. Evident, industria electrotehnică nu constituia o excepție, aceeași fiind situația în marea majoritate a ramurilor industriale, puținele întreprinderi cu o producție mai însemnată fiind și ele total înfeudate capitalului străin.

Preluarea puterii politice de către clasa muncitoare și zdrobirea puterii economice a burgheziei, marcată prin naționalizarea principalelor mijloace de producție, au creat premisele necesare pentru o impetuoasă dezvoltare a sectorului nostru industrial, și în cadrul său a unei puternice ramuri electrotehnice. Pe linia dezvoltării acesteia din urmă s-a hotărît acum zece ani înființarea primei fabrici producătoare de mașini și aparate electrice. Ea a reprezentat un prim și important punct al vastului program de construcție a cărui expresie este astăzi ramura electrotehnică cu numeroasele sale întreprinderi, producînd în țară majoritatea echipamentelor, utilajelor și aparatelor electrice necesare pentru continua dezvoltare și electrificare a industriei socialiste cum și pentru satisfacerea nevoilor de bunuri de consum popular.

Acolo unde se află întreprinderea „Klement Gottwald" existau în vremea burghezo-moșierimii un grup de ateliere pentru reparat avioane, organizate meșteșugărește, neavînd o producție industrială propriu-zisă ci mai mult caracterul unei unități de depanare și întreținere, fără o organizare industrială de fabrică. În locul acesteia domnea teroarea comandanților din vechea armată, instrumente ale intereselor capitaliste care stăteau la baza fostului A.S.A.M.

Transformarea acestor ateliere într-o întreprindere modernă de mașini electrice într-un timp deosebit de scurt reprezintă un exemplu tipic care ilustrează ritmul construcției noastre socialiste, voința de muncă a oamenilor liberi din patria noastră în realizarea obiectivelor stabilite, ilustrează grija neprecupețită a conducerii de partid și de stat pentru făurirea industriei socialiste.

Cele ce urmează nu se vor referi la istoria înființării și dezvoltării întreprinderii. Vor încerca însă să scoată în evidență cîteva momente mai importante din activitatea colectivului fabricii pe parcursul primilor săi 10 ani de existență.

La început profilul de fabricație al întreprinderii cuprindea întreaga gamă a tipurilor curente de utilaj electrotehnic: motoare electrice, generatori și grupuri electrogene, transformatori și aparataj electric, evident în limite de gabarite și puteri relativ modeste, departe de ceea ce realizează astăzi industria electrotehnică din țară în ansamblul ei. O problemă grea, caracteristică începutului, o constituia problema formării cadrelor de specialitate atît muncitorești cît și tehnice. Au fost comasate atunci în cadrul întreprinderii cîteva ateliere mici, naționalizate, care își bazaseră însă activitatea în trecut aproape exclusiv pe reparații, nu aveau o tradiție industrială nici în ceea ce privește organizarea și nici în ceea ce privește desfășurarea procesului de fabricație. Și aceasta pentru bunul motiv că nu fuseseră niciodată organizate și nu avuseseră o fabricație în înțelesul adevărat al cuvîntului. Cadrele venite de la aceste mici unități nu aveau ca atare practica adevărată a industriei electrotehnice, iar cele existente la vechiul A.S.A.M. cu atît mai puțin. S-a desfășurat în această primă perioadă de existență a fabricii o intensă activitate pentru formarea cadrelor pe calea unei largi școlarizări în interiorul întreprinderii prin organizarea de cursuri de specialitate la diferite nivele.

Prima hală nouă de fabricație era încă în construcție, proiectele primelor tipuri de mașini ce urmau să fie produse erau abia în faza inițială, cînd a început să funcționeze prima școală de electricieni și bobinatori recrutați, cea mai mare parte, din rîndurile muncitorilor vechiului A.S.A.M. Oameni care nu avuseseră în trecut nici un contact cu producția electrotehnică și cu electricitatea au muncit cu toată însuflețirea pentru a-și însuși noile și uneori dificilele cunoștințe ce le erau predate. Ei au devenit în scurtă vreme entuziaști propagandiști ai noii fabricații ce se afla în pregătire, a fost înfrîntă rezerva unora dintre vechii salariați ai fostului A.S.A.M. față de extinderea și reprofilarea totală a fabricii. Au luat ființă noi cursuri de specializare și ridicare a nivelului profesional, noua producție și cunoștințele necesare pentru realizarea ei au cîștigat interesul masei.

A urmat, după intrarea în funcțiune a întreprinderii, contactul direct cu practica de construcție a mașinilor electrice. Confruntarea cunoștințelor dobîndite în etapa de pregătire cu problemele concrete ale producției a însemnat și ea o minunată școală pentru tinerele cadre ale fabricii. Experiența celor veniți prin comasarea unităților despre care am vorbit și-a găsit o nouă și mai valoroasă expresie sub influența de zi de zi a mediului de întreprindere cu organizare socialistă, părăsind vechea mentalitate meșteșugărească pe care le-o crease activitatea din trecut. Lupta cu greutățile începutului, voința dîrză de muncă și victorie pentru producerea primelor mașini electrice a făcut ca și

*) Ing. *V. Iancovici*, laureat al Premiului de Stat, este directorul fabricii „Klement Gottwald".

tinerii ingineri, sosiți proaspăt de pe băncile școlii să crească și să se formeze mai repede.

Sub îndrumarea și cu sprijinul efectiv al organelor politice a fost cîștigată această primă etapă a luptei pentru formarea cadrelor, factor hotărîtor în dezvoltarea de viitor a întreprinderii. Ca întotdeauna a învins ceea ce a fost nou și elanul general al colectivului a făcut ca tînăra fabrică de mașini electrice să intre cu pași siguri în primul an de economie planificată, 1949.

Dar problemele pe care le ridica organizarea fabricației de mașini electrice erau abia la început. Constructorii și tehnologii își căutau cu multă muncă dar și cu multe tatonări o linie proprie de concepție, trebuia pusă baza sigură a pregătirii tehnice a fabricației, se impunea de asemenea găsirea celei mai bune formule pentru organizarea economică a fluxului tehnologic.

Întreprinderea în ansamblul ei lupta pentru stabilirea propriei sale linii tehnice pentru creșterea mai departe și formarea științifică a cadrelor sale.

La acest moment și pentru noi, așa cum s-a întîmplat în toate ramurile de activitate din patria noastră, s-a făcut simțit din plin sprijinul frățesc al marelui popor sovietic care pe cele mai variate căi ne-a dat un ajutor tovărășesc pentru a depăși cu succes această a doua și esențială etapă a muncii noastre. Am primit din U.R.S.S. un mare volum de documentație tehnică și ceea ce este deosebit de important, un mare număr de muncitori și tehnicieni au fost trimiși pentru specializare în cele mai mari și mai moderne întreprinderi sovietice din industria electrotehnică pentru a-și completa cunoștințele practice la școala înaltă a industriei primului stat socialist. Este semnificativ să arătăm că și în prezent lucrează în întreprindere un număr destul de mare de tovarăși care au făcut parte din acest prim lot, trei dintre ei desfășurîndu-și munca în colectivul de conducere al fabricii.

Grija continuă ce a fost purtată fabricii de conducerea partidului și a guvernului, preocuparea permanentă a conducerii fostului Minister al Energiei Electrice, sprijinul deosebit de calificat primit din partea Uniunii Sovietice au făcut ca dificultățile începutului să fie definitiv depășite.

După îndeplinirea primelor două planuri anuale de stat, întreprinderea a păsit în primul cincinal cu un colectiv închegat care și-a dobîndit prin muncă neobosită temeinice cunoștințe în domeniul producției de mașini electrice și a cărui sarcină principală era dezvoltarea activității sale practice de producție, pentru satisfacerea nevoilor mereu crescînde ale industrializării și electrificării țării.

Spațiile de producție au fost extinse și echipate cu mașini moderne, specifice procesului tehnologic; a fost construită platforma de încercări și instalate mașinile necesare alimentării acesteia.

Începea să se facă simțită maturizarea tehnică a concepției constructive a cadrelor, funcționau în sute de posturi de transformare, în întreprinderi și schele petrolifere, utilajele electrotehnice produse de fabrică.

Pentru realizările obținute în anul 1951, ing. Victor Bunea era distins cu înaltul titlu de „laureat al premiului de Stat", drum pe care l-au urmat în 1952 noi ingineri și tehnicieni ca: ing. R. Herescu, ing. E. Hass, ing. E. Arendt, tehnician N. Beju, ing. A. Berberianu și alții.

Multe cadre formate la întreprinderea „Klement Gottwald" au întărit în prima perioadă de formare colectivul noii uzini „Electroputere" din Craiova.

Pe linia punerii în practică a vastului program de industrializare socialistă reprezentat de primul plan cincinal și a planului de electrificare, s-a dezvoltat rapid sectorul electrotehnic al economiei naționale, au luat ființă noi fabrici de mașini electrice organizate pe baze industriale moderne, a devenit necesară și posibilă profilarea producției de mașini electrice, transformatori și aparataj electric între întreprinderi.

În aceste condiții create prin dezvoltarea industriei electrotehnice, producerea unor grupe de sortimente fabricate inițial la „Klement Gottwald" a fost preluată de alte întreprinderi. Profilul propriu al fabricii, mai restrîns față de perioada de început în ceea ce privește categoriile mari de sortimente, a fost însă mult extins ca număr și varietate de tipuri la sortimentele păstrate în cadrul său.

În cursul primului plan cincinal a fost completată și lărgită dotarea tehnologică a întreprinderii, au intrat în funcțiune noi instalații specifice, cum este stația de impregnare și uscare înzestrată cu echipament modern realizat în întregime în țară. S-a continuat primirea de documentații sovietice care au adus o importantă contribuție la elaborarea tehnică a seriilor noastre de mașini. Pe baza experienței acumulate de colectivul fabricii s-a îmbunătățit organizarea tehnico-economică a producției.

Așa cum se întîmplă pe întreg cuprinsul patriei noastre, grija față de om, atenția permanentă acordată creșterii nivelului de trai material și cultural al oamenilor muncii din întreprindere, au constituit o preocupare permanentă a organelor de partid și de stat.

A fost construită o impresionantă anexă socială cuprinzînd o cantină care poate servi simultan masa la circa 800 tovarăși, vestiare și dușuri pentru muncitori, bibliotecă, club.

Întreprinderea posedă o școală profesională de ucenici din rîndurile cărora se formează viitoarele cadre de muncitori.

Au fost organizate în permanență cursuri de ridicare a nivelului profesional, un mare număr de muncitori și cadre tehnice medii fiind apoi încadrați în diverse forme ale învățămîntului de stat pînă la nivelul cel mai înalt. Muncesc astăzi ca ingineri în fabrică tovarăși care cu 10 ani în urmă lucrau la mașini ca muncitori, cărora statul democrat le-a creat cele mai bune condiții de învățătură.

Se desfășoară o bogată activitate culturală și sportivă care prin diversele manifestări organizate în cadrul ei contribuie la legarea din ce în ce mai strînsă a tuturor salariaților de fabrica în care își desfășoară munca, născută și crescută sub ochii și prin munca lor.

Muncitorii, tehnicienii, inginerii și funcționarii întreprinderii s-au străduit să răspundă grijii ce le-a fost purtată prin obținerea de rezultate cît mai frumoase în munca de producție. Astfel sarcinile primului plan cincinal au fost îndeplinite cu 1 an și o lună înainte de termen, iar principalele rezultate preliminare ale anului 1958 se prezintă după cum urmează față de anul 1950 (luat ca bază) și primul an al primului cincinal. Ne referim la 1950 și nu la primul an de producție — 1949 — pentru a nu deforma comparația prin raportare la un an de început, ale cărui rezultate nu erau încă concludente și față de care procentele apar foarte mari.

	1950	1951	1958
Producție globală	100	187	358
Producție marfă	100	181	384
Număr motoare electrice	100	177	340
Total produse electrotehnice executate	100	167	726
Salariul mediu muncitori	100	127	200
Productivitatea muncii	100	220	463

Cele arătate pînă acum au căutat să consemneze pe scurt cîteva momente importante din cursul dezvoltării fabricii noastre. Evident că munca depusă în acești ani este mult mai complexă decît se poate exprima într-un astfel de articol.

Marcînd etapele succesive de creștere și succesele ce au fost obținute nu trebuia să scăpăm din vedere că aceste rezultate nu s-au obținut de la sine. Ele au necesitat o muncă intensă în cursul căreia am făcut și o serie de greșeli, ne-am completat experiența prin analizarea critică a lipsurilor pe care le-am avut, am învățat să fim din ce în ce mai exigenți față de munca noastră și să nu ne mulțumim niciodată cu ceea ce am realizat, să tindem permanent către ceva mai bun și mai nou.

Rămîne însă ca un fapt esenţialmente pozitiv, ca element caracteristic pentru activitatea de pînă acum a fabricii, succesul pe care l-a obţinut încă din primii săi ani de existenţă prima întreprindere producătoare de maşini electrice din ţara noastră, faptul că ea se prezintă astăzi ca o unitate puternică a industriei noastre, ca o adevărată creaţie a regimului democrat popular, singurul capabil să asigure în cadrul unei economii socialiste condiţiile necesare pentru dezvoltarea atît de rapidă a unei industrii noi, născută o dată cu el.

În decursul acestor ani activitatea tehnică a întreprinderii s-a lărgit mult, aşa cum arată şi tabela precedentă, a crescut nivelul de pregătire a tuturor cadrelor sale. În a doua jumătate a celui de al doilea plan cincinal, obligaţiile noastre faţă de economia naţională sînt mult mai mari, pretenţiile faţă de colectivul nostru atît în ceea ce priveşte volumul producţiei realizate cît şi performanţele tehnico-economice ale produselor sînt şi ele în mod justificat mult sporite.

Acest lucru este pe deplin îndreptăţit de sprijinul pe care întreprinderea noastră l-a primit din partea statului nostru socialist în cursul primilor săi ani de dezvoltare, cum şi de însăşi rezultatele pozitive obţinute pînă acum.

În cele ce urmează se vor arăta pe scurt care sînt caracteristicile principale ale muncii noastre în ultimii ani, în ce fel ne străduim să ridicăm nivelul activităţii de producţie la înălţimea şi calitatea ce se impune astăzi întreprinderilor economice socialiste, care sînt căile principale pe care le urmăm pentru atingerea acestui scop şi cum se ilustrează în rezultate efortul depus, privind comparativ pe perioada scursă a celui de al doilea cincinal.

*

O însemnătate hotărîtoare pentru dezvoltarea producţiei întreprinderii şi pentru justa stabilire a politicii sale tehnice în ultimii doi ani au avut-o directivele celui de al doilea Congres al Partidului şi importantele documente ale plenarei Comitetului Central din decembrie 1956. În cadrul indicaţiilor pe care aceste materiale le-au trasat la nivelul ansamblului economiei naţionale, a fost acordată o atenţie deosebită sectorului industriei constructoare de maşini şi industriei electrotehnice.

Mergînd pe linia adîncirii sub toate aspectele a conţinutului ştiinţific al directivelor celui de al doilea Congres şi al materialelor plenarei C.C. din decembrie 1956, colectivul întreprinderii „Klement Gottwald" a acumulat o preţioasă experienţă care dovedeşte în mod evident sprijinul esenţial pe care îl reprezintă pentru activitatea noastră economică aplicarea consecventă în practică a liniei trasate de partid.

Voi cita mai jos cîteva exemple caracteristice care ilustrează felul în care colectivul fabricii s-a străduit să pună în practică învăţămintele preţioase desprinse din analiza documentelor de partid.

Aceste exemple se referă la unele măsuri tehnico-economice de bază pentru dezvoltarea cantitativă şi calitativă a procesului de producţie, măsuri al căror conţinut ne-a fost indicat de aceste documente:

1. Analiza făcută la începutul anului 1957 ne-a pus în faţă ca o sarcină de cea mai mare importanţă necesitatea reconsiderării nivelului de concepţie şi realizare a produselor noastre şi în special a seriilor de motoare electrice în scopul aducerii lor la nivelul tehnico-economic al produselor similare contemporane ce se realizează atît în ţările lagărului socialist cît şi în întreprinderile de specialitate din principalele ţări capitaliste. Se punea deci problema unei reconsiderări constructive şi tehnologice de fond care singură poate conduce la îmbunătăţirea sensibilă a performanţelor tehnice, simultan cu ameliorarea pronunţată a caracteristicilor economice de gabarit, greutate totală şi consumuri specifice de materiale. Aceasta a devenit preocuparea noastră principală în activitatea tehnică, rezultatele obţinute confirmînd pe deplin justeţea ei.

De atunci şi pînă acum au fost integral reproiectate şi puse în fabricaţie în formă mult ameliorată, seriile de motoare antigrizutoase, de macara şi seria de motoare asincrone normale în scurtcircuit din gabaritul 8. Au fost reproiectate şi parţial introduse în fabricaţie şi seriile de motoare asincrone normale cu inele colectoare din gabaritele 8 şi 9, cum şi unele produse din alte grupe de sortimente.

După cum se ştie, documentele de partid acordă o deosebită importanţă reducerii continue a preţului de cost, una dintre condiţiile principale care asigură economicitatea producţiei şi creşterea permanentă a nivelului de trai al celor ce muncesc. Consider important de subliniat din acest punct de vedere concluzia la care a ajuns colectivul nostru privind îmbunătăţirea tehnică a produselor ca sursă principală pentru reducerea preţului de cost. Într-adevăr ne-am dat seama în urma analizelor tehnico-economice făcute că, în raport cu sarcina de bază ce ne stă în faţă pentru reducerea continuă şi substanţială a preţului de cost, căile obişnuite de obţinere a economiilor ca: reducerea sistematică a normelor de consum, raţionalizarea consumurilor de materiale, regim sever de economii şi recuperarea deşeurilor rămîn fără discuţie şi mai departe valabile dar nu mai sînt suficiente, nu se mai pot asigura numai prin ele reducerile importante de preţ de cost pe care ni le propunem.

Este necesar şi în această direcţie pentru a se obţine mai mult, să atacăm chiar concepţia constructivă şi tehnologică a produselor căutînd soluţii noi, mai economice în complexitatea lor, se impune deci să recurgem la înlăturarea unor tipuri de construcţii vechi şi înlocuirea lor cu altele noi, pe linia tehnicii moderne, găsind astfel noi şi importante surse de economii nu numai prin modificări aduse unor tipuri existente, ci prin realizarea altora, ce sînt în ansamblul lor mai ieftine şi mai bune.

Această concluzie confirmă şi completează ideea arătată înainte cu privire la necesitatea tehnică de reconsiderare a produselor, întăreşte orientarea tehnico-economică a colectivului fabricii din ultimii ani.

Este sugestivă ilustrarea rezultatelor ce au fost obţinute pînă acum la seriile de motoare amintite prin cîteva exemple, considerate asupra tipurilor medii de maşini din seriile respective.

Tipul motorului	Reducerea greutăţii	Economii realizate		
		Cupru	Tablă silic	Fontă
	%	%	%	%
Motor asincron s.c. 40 kW 100 rot/min gabarit 8	41,5	44	20,4	47
Motor asincron tip macara 11 kW 1 000 rot/min	11,5	21	9,5	33
Motor asincron antigrizutos 12 kW 1 500 rot/min	11,5	47	4	nu consumă

În afară de problema economiei de materiale, reproiectarea produselor a condus în ultimii ani și la o importantă raționalizare a consumului de manoperă, fapt ce a manifestat efecte pozitive asupra creșterii productivității muncii. Pe această linie a crescut grija pentru modernizarea permanentă a echipamentului tehnologic, pentru îmbogățirea dotării cu S.D.V.-uri a producției, pentru introducerea în practica fabricii a unor metode tehnologice de mai mare productivitate neglijate în trecut, dar folosite astăzi (turnarea centrifugală de rotori în aluminiu, turnarea de precizie de repere din materiale neferoase, ștanțarea cu matrițe bloc etc.).

În afară de contribuția pe care o aduc la reducerea consumului de manoperă, trebuie scos în evidență și efectul pozitiv pe care aplicarea acestor măsuri îl are asupra îmbunătățirii calității produselor.

Legarea reducerii prețului de cost de reconsiderarea tehnică generală a produselor trebuie să constituie și mai departe punctul de vedere de bază al cadrelor noastre de concepție atît pe linie constructivă cît și tehnologică.

2. A doua măsură importantă care se referă la activitatea de ansamblu a întreprinderii privește organizarea mai judicioasă, pe baza unui calcul de economicitate generală, a planificării anuale și curente a producției. Una dintre caracteristicile profilului de fabricație al întreprinderii „Klement Gottwald", care reprezintă în același timp o problemă serioasă și grea a muncii de planificare, constă în numărul și varietatea foarte mare a sortimentelor sale. În urma analizei făcute, s-a orientat planificarea trimestrială și lunară pe linia concentrării sortimentelor diferite aflate simultan în fabricație, evident fără reducerea numărului total planificat anual. Realizarea acestei idei comportă o atentă analiză a tuturor factorilor tehnico-economici care determină rentabilitatea finală a producției și în primul rînd :

— stabilirea lungimii loturilor optime de fabricație în raport cu folosirea deplină a capacității utilajelor ;

— simplificarea muncii de aprovizionare prin programarea — pe cît e posibil — a unui număr cît mai restrîns de sortimente principale de materiale de bază ce trebuie simultan aprovizionate ;

— crearea condițiilor necesare pentru desfășurarea producției cu un decalaj corespunzător de pregătire ;

— evitarea creării de stocuri de produse finite, ceea ce se poate întîmpla dacă programarea fabricației sortimentelor, pe baza concentrării lor pe anumite perioade, nu se face judicios.

Ținînd seama de ansamblul acestor condiții, s-a reușit, într-o primă etapă care nu a epuizat posibilitățile, reducerea aproape la jumătate a numărului de sortimente aflate simultan în fabricație. Este ușor de înțeles că acest lucru are practic efectul unei lungiri a seriilor de fabricație, fiecare pentru perioada cînd este planificată. Aceasta influențează în același timp în mod favorabil, creșterea productivității muncii atît direct cît și indirect datorită măsurilor tehnologice care apar justificate economicește prin creșterea volumului de produse identice ce se execută într-o perioadă de timp determinată.

Studiul și analiza științifică a planificării optime a producției, pe linia concentrării celei mai favorabile din punct de vedere al aspectului economic final, va constitui și pentru viitor una dintre preocupările de bază ale cadrelor de conducere din întreprindere.

3. Un al treilea aspect important pe care socotesc necesar să-l pun în evidență pentru a sublinia învățămintele pe care colectivul nostru le-a tras din materialele de partid la care m-am referit, privește indicațiile ce au fost date în legătură cu folosirea mai rațională a capacităților și spațiilor de producție, pentru organizarea pe baze bine studiate a fluxului tehnologic, pentru integrarea parțială sau totală a unor secții de producție cu utilajele necesare realizării produsului finit în măsura în care acest lucru se justifică din punct de vedere economic.

Această problemă prezintă foarte multe aspecte, cere adaptarea continuă a măsurilor ce se iau la perspectiva de dezvoltare în viitor și trebuie să aibă în vedere elemente concrete de calcul care să conducă la acele soluții prin care se asigură creșterea continuă a productivității muncii și utilizarea optimă a capacității utilajului.

Desigur sîntem încă departe de a fi găsit astfel de soluții definitive avînd în vedere și dinamica vădit crescătoare a producției noastre. S-au făcut însă, de la plenara Comitetului Central din decembrie 1956 și pînă acum, pași mari înainte în special prin :

— studierea și aplicarea parțială în practică a unui plan de resistematizare a spațiilor de producție și a dispoziției tuturor utilajelor principale, avînd ca scop obținerea unor indici mai buni de producție pe m^2 de suprafață, cum și realizarea unui flux tehnologic cît mai rațional ;

— începerea în acest an a organizării unor linii tehnologice de fabricație pe specific de categorii de repere (scuturi, carcase, axe, tole ștanțate, pachete de tole) ;

— integrarea unor ateliere fie pe baza realizării de produse finite (demarori, aparataj, frigidere), fie pe baza producerii de subansamble importante (colectori). Pentru primul caz s-au avut evident în vedere acele produse care formează obiectul unor serii mai mari de fabricație anuală față de numărul mediu de unități pe serie la celelalte produse.

Desigur sînt încă multe învățăminte tehnico-economice pe care colectivul nostru le-a desprins din analiza documentelor de partid și a căror aplicare în practică constituie preocuparea noastră de zi de zi. Am ținut să scot aci în evidență pe cele principale care prin studiul și efectele lor au determinat atît creșterea nivelului de maturitate economică a activității tehnice, cît și ameliorarea substanțială a rezultatelor acesteia.

Supunînd activitatea noastră unei severe analize critice în lumina directivelor de partid, s-a realizat o însemnată creștere a experienței și perspectivei cadrelor întreprinderii, s-a reușit crearea premiselor necesare pentru orientarea activității lor pe baza științifică a analizei indicilor economici ca factor hotărîtor în determinarea măsurilor ce trebuie luate pentru dezvoltarea mai departe a producției.

Acest element constitue un mijloc de bază pentru combaterea empirismului și superficialității în organizarea procesului de producție și pentru realizarea unui salt calitativ hotărît față de trecut nu numai în îndeplinirea planului, dar și în formarea economică a cadrelor fabricii.

Rezultatele preliminate pentru anul 1958 față de anul 1956 confirmă și ele justețea deplină a măsurilor despre care am vorbit.

Pe aceleași spații de producție, cu o creștere foarte mică a parcului de mașini și a forțelor de muncă (10% la acestea din urmă) se realizează în 1958 o producție de marfă de circa 130% față de 1956 din care însă realizarea la motoare electrice este de circa 220%, la grupuri de sudură circa 190%, la demarori 160%. S-au obținut de asemenea pe primele trei trimestre economii peste plan în valoare de circa 1 500 000 lei. Aceste rezultate reprezintă fără îndoială un fapt pozitiv și confirmă strădania de zi de zi a colectivului nostru. Ele trebuie însă considerate numai ca o primă etapă pe linia transformării întreprinderii noastre într-o unitate avansată a economiei țării. Mai avem multe de făcut și rezervele interne de care dispunem în toate domeniile ne permit să tindem către rezultate și mai bune.

Succesele obținute pînă acum, așa cum am mai arătat, confirmă justețea orientării noastre pe baza însușirii documentelor de partid și ne obligă în același timp la aplicarea ei consecventă în practică și pe viitor.

Dezbaterea materialelor plenarei C.C. din 9—13 iunie 1958, discutarea cu întreaga masă de salariați a hotărîrii C.C. și a guvernului cu privire la măsurile necesare pentru întărirea grijii față de avutul obștesc a însemnat un nou și important sprijin pentru îmbunătățirea acti-

vitații colectivului întreprinderii. A crescut grija față de bunurile fabricii și combativitatea față de cei ce nu le respectă, s-a întărit preocuparea pentru buna gospodărire și întreținere a tuturor mijloacelor materiale ce ne-au fost puse la dispoziție de către stat, fie că este vorba de consumarea cît mai judicioasă a materialelor, de întreținerea mașinilor și utilajelor sau de cheltuirea economicoasă a fondului de salarii.

Documentele plenarei din iunie ne învață încă o dată să fim intransigenți față de lipsuri, să păzim avutul întreprinderii ca lumina ochilor, să nu tolerăm neglijența și nepăsarea acolo unde trebuie să se manifeste gospodărirea științifică a bunurilor ce ne sînt încredințate.

*

Conducerea partidului a inițiat înființarea întreprinderii noastre, s-a îngrijit de dotarea ei și de crearea unor condiții optime pentru producție.

Directivele celui de al doilea Congres al P.M.R. și plenara Comitetului Central din decembrie 1956 ne-au indicat cu fermitate linia tehnică și economică pe care trebuie s-o urmăm și realitatea ultimilor doi ani ne-a prilejuit o concludentă verificare a posibilităților noastre, atunci cînd ele sînt hotărît valorificate pe linia trasată de partid.

După 10 ani de existență, colectivul nostru socotește ca o datorie a sa de onoare să răspundă și în viitor prin muncă neprecupețită în condițiile creșterii maturității sale tehnico-economice, grijii continue pe care i-au arătat-o partidul și guvernul. Muncitorii, tehnicienii, inginerii și funcționarii întreprinderii noastre îndrumați de organizația de partid sînt hotărîți să dezvolte mai departe metodele juste de muncă folosite în ultimii ani, să supună în permanență unei atente și continue analize critice nivelul la care ne aflăm în scopul găsirii de noi forme practice de progres tehnic pentru ca întreprinderea „Klement Gottwald" să devină o unitate tot mai puternică a economiei naționale și colectivul său să-și aducă astfel întreaga sa contribuție la construirea socialismului în R.P.R.

Grija față de om la fabrica „Klement Gottwald"

NEACȘU FLORIAN — București *)

CZ 621.312

Fabrica „Klement Gottwald" prima fabrică de mașini electrice din țară creată de regimul nostru de democrație populară își sărbătorește un deceniu de existență.

Prin activitatea desfășurată de-a lungul acestor ani, prin realizările obținute în construcția mașinilor electrice, fabrica noastră s-a afirmat ca un factor important pentru traducerea în viață a planului de electrificare a țării și a planului cincinal de producție. Sarcinile puse fabricii au fost îndeplinite și depășite an de an. Primul său plan cincinal a fost realizat în numai trei ani, 11 luni și 10 zile iar în anul 1958 producția marfă a crescut aproape de patru ori față de anul 1950, productivitatea muncii de 4,4 ori, cîștigul mediu de două ori, prețul de cost a fost scăzut cu 40—50% la principalele produse. Peste 85 000 de unități produse electrotehnice au fost puse la dispoziția economiei naționale, iar din 1955 produsele noastre sînt cunoscute și peste granițe, bucurîndu-se de o bună primire la tîrgurile și expozițiile internaționale cît și în țările unde ele sînt exportate.

Creșterea nivelului tehnic și de producție al fabricii noastre se datorește îndrumării partidului nostru, sprijinului permanent al guvernului, se datorește ajutorului multilateral și frățesc ce ni l-a acordat marea noastră prietenă Uniunea Sovietică, ceea ce a asigurat o bună organizare și dezvoltare tehnico-industrială a sectoarelor de producție.

Concomitent cu dezvoltarea sectorului productiv, s-a dezvoltat și cel social-cultural, dovedind astfel grija și prețuirea pe care partidul și guvernul o acordă oamenilor muncii, pentru ridicarea continuă a nivelului lor de trai material și cultural.

Sub îndrumarea permanentă a organizației de partid, cu sprijinul activ al organului tutelar și al comitetului sindical, s-au obținut an de an evidente îmbunătățiri a condițiilor de muncă, a securității tehnice și de protecție a muncii și care diferă radical față de cele din trecut.

Amintim aici că obligațiile asumate de direcțiunea fabricii și de comitetul de întreprindere prin cele opt contracte colective încheiate în perioada 1951—1958 și la baza cărora au stat numeroasele propuneri venite din rîndul muncitorilor, au fost nu numai îndeplinite, dar sumele cheltuite au fost depășite cu 25—40% în fiecare an.

In aplicarea directivelor Ministerului Sănătății a luat ființă în anul 1951 biroul tehnic de protecția muncii sub conducerea unui colectiv de tehnicieni care se ocupă îndeaproape de problemele legate de securitatea tehnică și de protecția muncii. Un ajutor prețios în rezolvarea acestor probleme este dat de rețeaua inspectorilor obștești de pe locurile de muncă care sesizează și urmăresc înfăptuirea măsurilor pentru îmbunătățirea condițiilor locale de muncă. Muncitorilor din fabrica noastră li s-au pus la dispoziție hale moderne de beton luminoase, bine aerisite și încălzite, în locul vechilor ateliere instalate în barăci de lemn întunecoase, prost ventilate și încălzite, care existau aici pe vremea fostului A.S.A.M. Mașinile-unelte vechi și uzate au fost în bună parte înlocuite cu mașini noi și moderne, altele au fost transformate pentru prevenirea accidentelor atît de frecvente în trecut. Numărul accidentelor în muncă au scăzut cu peste 60% față de primii ani. Astăzi rarele cazuri de accidente ușoare se datoresc în cea mai mare parte manipulărilor neglijente ale materialelor sau pieselor grele.

Pentru supravegherea sănătății oamenilor și a igienii în muncă, fabrica noastră are un ambulatoriu medical cu patru cabinete deservite de un corp de medici și personal sanitar necesar, de asemenea și o farmacie proprie. Lucrînd pe baza unui plan complex de măsuri sanitare, corpul medical al ambulatoriului asigură o supraveghere continuă și permanentă a sănătății întregului personal al fabricii. In munca de prevenire a bolilor se fac în fiecare an microradiografii, vaccinări, examene profilactice. Combaterea morbidității se mai face și pe calea dispensarizării prevenindu-se astfel îmbolnăvirile și agravările bolilor cronice. Prin cele 20 posturi de prim ajutor existente în toate sectoarele fabricii se asigură o intervenție urgentă în cazuri de accidente sau traumatisme. Pentru igiena muncitorilor s-a amenajat o baie centrală iar numeroasele instalații de dușuri și spălătoare în ateliere și vestiare sînt permanent la dispoziția salariaților.

In fiecare an zeci și zeci de muncitori sînt trimiși în casele de odihnă sau în sanatoriile balneo-climaterice pentru reconfortare sau tratamente medicale.

Pentru copiii salariaților întreprinderea are amenajate un cămin în comuna Militari și o creșă în oraș unde sînt interni un număr de 50 copii sub supravegherea unui personal de specialitate, bucurîndu-se de confort și o bună îngrijire. Vara între 100—120 copii sînt trimiși în colonii sau tabere, la munte sau la mare.

*

*) *Neacșu Florian* este președintele comitetului de întreprindere al fabricii „Klement Gottwald".

Tot pe linia îmbunătăţirii condiţiilor de trai şi a ridicării nivelului cultural al salariaţilor fabricii s-a ridicat din fondurile puse la dispoziţie de guvern o impunătoare clădire a grupului social, dată în exploatare în anul 1953. Această clădire adăposteşte o vastă cantină pentru 800 persoane, împreună cu bucătăriile moderne, dependinţele necesare şi depozitele de alimente. Aprovizionarea cantinei se face în cea mai mare parte de către gospodăria anexă a întreprinderii.

Tot în acest grup social este instalat clubul muncitoresc cu biblioteca sindicală, săli de jocuri, de repetiţii pentru echipele culturale, sala de şedinţe etc. La parter se află vestiarele cu duşuri cu o capacitate de peste 1 200 locuri. Un alt aspect al grijei faţă de om îl vădeşte hotărîrea partidului şi guvernului pentru ajutorarea oamenilor muncii de a-şi construi locuinţe proprii. În perioada 1954—58 s-au acordat unui număr de 24 salariaţi familişti credite de stat în sumă de 512 000 lei pentru construirea de locuinţe muncitoreşti individuale pe terenurile puse la dispoziţie de Sfatul Popular din comuna Militari. Recentele dispoziţii privind utilizarea a 2/3 din fondurile de întreprindere pentru construcţii de locuinţe muncitoreşti vor contribui într-o măsură şi mai mare la rezolvarea mai grabnică a uneia din problemele actuale privind bunăstarea oamenilor muncii.

Pe tărîm cultural fabrica noastră a făcut progrese însemnate. De la primele Colţuri Roşii, activitatea s-a centralizat în cadrul clubului muncitoresc. Biblioteca culturală sindicală şi bibliotecile volante din căminele muncitoreşti contribuie în mare măsură la răspîndirea cuvîntului scris, la cunoaşterea mai de aproape a lucrărilor literare indigene şi străine. Astăzi biblioteca are peste 16 000 de volume şi un număr de 1 055 cititori înscrişi în fişe. Vom menţiona tot aici şi biblioteca documentară din cadrul cabinetului tehnic, cu cele aproape 20 000 de volume, reviste, publicaţii şi documentaţii tehnice de specialitate care sînt consultate de un număr de peste 400 cititori. În cadrul clubului sînt organizate periodic şi în colaborare cu celelalte organizaţii din fabrică ASIT, UTM, ARLUS etc. numeroase conferinţe şi convorbiri cu subiect tehnic, literar, politic şi care aduc o preţioasă contribuţie la ridicarea nivelului cultural şi ideologic al oamenilor muncii din fabrica noastră.

Activitatea culturală se manifestă şi prin echipele de cor, dansuri şi jocuri, echipa de teatru şi brigada artistică, acestea din urmă îndrumate de către artişti ai Teatrului Naţional. În programările la care au participat, echipele fabricii noastre au fost deseori evidenţiate, clasîndu-se printre primele în cadrul concursurilor organizate de C.C.S. De asemenea activitatea sportivă în diferite discipline s-a afirmat an de an pe scară mereu mai largă. Peste 420 de salariaţi sînt antrenaţi în echipele de fotbal, voley, tenis de masă, box, atletism, turism, şah. O bază sportivă pe care sînt amenajate terenuri de fotbal, voley, baschet, tenis, dotate cu o cabană cu două săli pentru antrenament, cu vestiare şi duşuri stă la dispoziţia amatorilor de sport. Echipele sportive au participat la numeroase campionate de masă şi competiţii clasîndu-se deseori pe locurile din frunte. Aproape 200 sportivi sînt purtători ai insignei G.M.A.

Tot pe tărîm cultural vom mai menţiona acţiunea pentru lichidarea neştiinţei de carte. În acest scop întreprinderea a organizat o şcoală de alfabetizare cu două cicluri în care peste 160 de oameni vîrstnici şi-au însuşit cunoştinţele elementare. Mulţi dintre aceştia au urmat apoi cursuri de calificare devenind după 2—3 ani muncitori fruntaşi.

În scopul ridicării nivelului tehnic profesional al muncitorilor şi tehnicienilor au fost organizate numeroase schimburi de experienţă în care fruntaşii în muncă şi-au împărtăşit metodele de lucru. Ne amintim despre vizita fruntaşului sovietic maistrul Rossiski ce ne-a făcut-o în vara anului 1949, despre cea a maistrului Constantin Vasilache erou al muncii, făcută în 1954. Demonstraţiile practice şi lămuririle date în faţa muncitorilor au stîrnit un deosebit interes şi un puternic imbold pentru însuşirea şi extinderea metodelor înaintate, ceea ce a avut ca efect o creştere simţitoare a productivităţii muncii şi a cîştigului muncitorilor.

Tot pe această linie au avut loc trimiteri de cadre tehnice în Uniunea Sovietică pentru specializare în construcţia şi tehnologia maşinilor electrice. Aportul acestora la înapoierea lor în ţară a fost hotărîtor în creşterea nivelului tehnic şi organizatoric al fabricii, la introducerea unor noi concepţii în proiectarea şi fabricarea maşinilor.

Schimburile de experienţă au fost nu numai între fabricile din ţară dar şi cu alte întreprinderi din ţările lagărului socialist. Menţionăm vizita reciprocă de durată între un grup de tehnicieni din fabrica noastră şi tehnicienii de la fabrica „BEZ" din Bratislava — Cehoslovacia în vara anului 1957, cum şi vizita tehnicienilor noştri în mai multe întreprinderi din Polonia în iulie 1958 pentru informare reciprocă în problemele de fabricaţie a produselor electrotehnice.

*

Acţiunile desfăşurate în fabrica noastră pentru îmbunătăţirea condiţiilor de muncă şi de trai şi rezultatele obţinute în cei 10 ani de existenţă sînt mărturie grăitoare a folosirii raţionale şi juste a acumulărilor socialiste pentru satisfacerea cît mai largă a nevoilor materiale şi culturale ale oamenilor muncii.

Generatorul de frecvenţă ridicată în sarcină

VICTOR BUNEA — Bucureşti *)

Tehnica modernă impune azi în metalurgie o largă folosire a curenţilor de frecvenţă ridicată iar multe întreprinderi din ţara noastră au început să-i folosească din ce în ce mai mult. Literatura tehnică este foarte săracă în ce priveşte generatoarele de frecvenţă ridicată, problemele tratate sînt în general puţine, alteori sînt incomplet expuse şi adesea într-un mod care nu poate da o imagine justă a soluţiei. Astfel metoda transformării cîmpului pulsatoriu în cîmpuri rotitoare folosită cîteodată de unii autori nu serveşte în general la nimic la asemenea generatoare monofazate. În prezenta lucrare se caută a se completa, în parte, golul care se simte în această privinţă privind funcţionarea în sarcină a generatorului de frecvenţă ridicată.

CZ 621.313.3—9

Funcţionarea generatorului de frecvenţă ridicată se deosebeşte în multe privinţe de cea a generatorului sincron obişnuit, construit pentru frecvenţele industriale pînă la 60 Hz. Aceste diferenţe provin din diferenţa de construcţie între aceste generatoare. Producerea forţei electromotoare la generatoarele de frecvenţă ridicată se datoreşte unei variaţii a reluctanţei circuitului magnetic, în timp ce la generatoarele obişnuite, producerea forţei electromotoare se datoreşte variaţiei de la plus la minus a fluxului inductor. La generatoarele de 8—10 000 Hz, variaţia reluctanţei circuitului magnetic este chiar destul de mică, de ordinul 30%.

*) *V. Bunea* este inginer proiectant principal la fabrica „Klement Gottwald".

Din acest motiv caracteristicile de funcţionare ale generatoarelor de frecvenţă ridicată începînd cu caracteristicile de gol şi scurtcircuit diferă de cele ale generatoarelor normale. În fig. 1 se arată caracteristica de mers în gol şi în scurtcircuit la un generator de joasă frecvenţă (cu poli heterogeni),

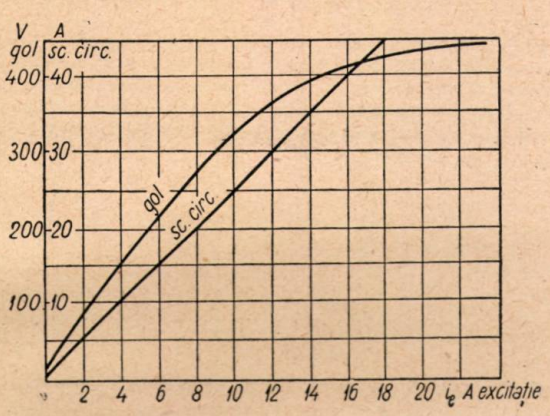


Fig. 1. Caracteristica de gol şi caracteristica de scurtcircuit la un generator obişnuit pentru 50 Hz.

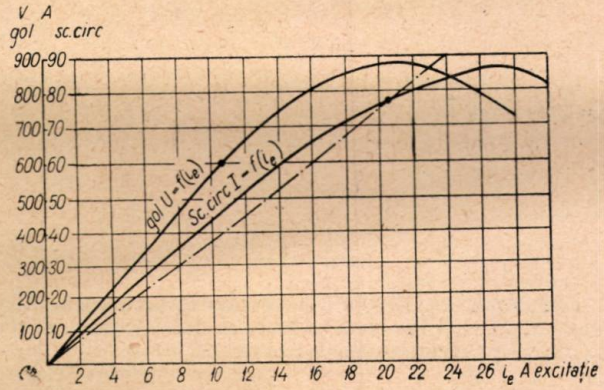


Fig. 2. Caracteristica de gol şi caracteristica de scurtcircuit la un generator tip GEF 100/8 000 pentru 8 000 Hz.

iar în fig. 2 caracteristica de gol şi scurtcircuit la un generator de frecvenţă ridicată. Se vede că atît tensiunea de gol cît şi curentul de scurtcircuit, în funcţie de curentul de excitaţie, au cîte un maxim. De la această valoare un spor de excitaţie nu mai duce la un spor de tensiune, respectiv de curent în indus, ci din contră duce la o micşorare a acestora. Printr-o mărire apreciabilă a curentului de excitaţie se poate ajunge aproape la anularea tensiunii de mers în gol, sau respectiv a curentului din indus în cazul generatorului în scurtcircuit.

Diferenţa mare între generatorul sincron normal şi generatorul de frecvenţă ridicată apare în special la caracteristica de scurtcircuit. La generatorul sincron normal prin ridicarea valorii curentului de excitaţie se poate obţine practic şi aproape proporţional orice valoare pentru curentul din indus, în timp ce la generatorul de frecvenţă ridicată în scurtcircuit nu se poate obţine adesea nici măcar curentul nominal. Astfel la generatorul tip PV 100/8 000 se poate obţine în scurtcircuit aproximativ jumătate din curentul nominal. Una din cauzele pentru care se ajunge la valori atît de mici pentru curenţii din indus se datoreşte reactanţelor mari $L\omega$, pricinuite de frecvenţa ridicată, cu care sînt afectate diferitele circuite ale indusului. O primă măsură constructivă care se ia, pentru a diminua acest efect, este ca circuitul indusului să se realizeze cu cît mai puţine spire. Astfel la generatorul PV 100/8 000 de 8 000 Hz cu o putere de 111 kVA, 350 V, bobinajul indusului este format din numai cinci spire, în timp ce bobinajul indusului unui generator de 110 kVA, 50 Hz, comparabil din punct de vedere al tensiunilor cu generatorul PV 100/8 000, are în jurul a 50—60 spire/fază, deci de circa 10 ori mai multe.

Forma caracteristicei de gol şi de scurtcircuit la generatoarele de frecvenţă ridicată se menţine şi în sarcină.

În fig. 3 este arătată caracteristica curentului de sarcină în funcţie de curentul de excitaţie la generatorul GEF100/ /8 000 (de 8 000 Hz) atunci cînd acesta debitează pe o rezis-

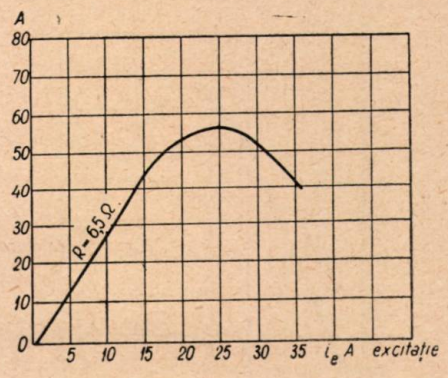


Fig. 3. Caracteristica de sarcină a generatorului GEF 100/8 000, debitînd pe o rezistenţă $R = 6{,}5\ \Omega$

tenţă pur ohmică fixă de $R = 6{,}5\ \Omega$. Această rezistenţă fixă face ca şi valoarea tensiunii la borne U, proporţională cu curentul, să aibă o caracteristică asemănătoare. Puterea maximă pe care o poate dezvolta generatorul este la vîrful caracteristicii (fig. 3) şi are valoarea:

$$P = RI^2 \cdot 10^{-3} = 6{,}5 \times 57^2 \times 10^{-3} = 21\ \text{kW}.$$

Această putere este mică, uneori chiar foarte mică şi în special la generatoarele de la 2 000 Hz în sus, mult sub puterea nominală a generatorului. În cazul fig. 3, puterea debitată este 21 kW faţă de 100 kW, puterea de etichetă a generatorului la $\cos \varphi = 1$.

O primă problemă, poate cea mai însemnată care se pune la generatorul de frecvenţă ridicată, este deci: „Cum poate fi încărcat la plină putere nominală un astfel de generator?".

O altă problemă dificilă, care se iveşte la funcţionarea generatorului de frecvenţă ridicată, este problema reglajului tensiunii la borne. În mod obişnuit la generatoarele normale, tensiunea la borne se reglează, respectiv se stabilizează, prin mecanismul sporului, respectiv al micşorării curentului de excitaţie. Dacă se examinează o caracteristică de sarcină a generatorului de frecvenţă ridicată, aşa cum este reprezentată în fig. 3, este uşor de văzut că un spor de excitaţie poate foarte uşor duce nu la o mărire de tensiune, ci chiar la o micşorare a ei. Deoarece însă nu există o altă posibilitate de reglaj a tensiunii la borne, înseamnă că reglajul tensiunii la generatoarele de frecvenţă ridicată este foarte limitat, iar funcţionarea în sarcină a acestora trebuie să decurgă pe porţiunea ascendentă a caracteristicii fig. 3. Cu cît punctul de funcţionare este situat mai jos pe caracteristică, cu atît vom putea dispune de un spor de excitaţie mai mare, necesar menţinerii constante a tensiunii la borne, la variaţii de sarcină. Ori am văzut mai înainte, că chiar la vîrful caracteristicii, puterea debitată este mică. Datorită deci necesităţilor de reglaj, punctul de funcţionare nu poate fi nici măcar menţinut la vîrful caracteristicii de funcţionare, ci mai jos.

Înlăturarea dificultăţilor de mai sus se face prin folosirea în mod judicios a condensatoarelor. Generatorul urmează deci să lucreze în permanenţă pe o sarcină capacitivă.

În fig. 4 se poate vedea caracteristica de funcţionare a generatorului GEF 100/8 000 pe o sarcină capacitivă,

$$Z_t = 11{,}6\ \Omega;\ \cos \varphi_t = 0{,}465.$$

Se vede că în acest fel, vîrful caracteristicii se urcă din ce în ce mai sus şi anume cu cît $\cos \varphi_t$ capacitiv se apropie de zero.

Să examinăm condiţiile de funcţionare a generatorului de frecvenţă ridicată la astfel de sarcină. Ne vom mărgini la

generatoarele monofazate, care sînt de fapt cele mai folosite şi anume la cele de tipul Guy [1].

În formulele pe care le vom folosi vom întrebuinţa noţiunea de întrefier echivalent, care este mult mai sugestivă decît folosirea noţiunilor de permeanţe [1]. Cînd dinţii sta-

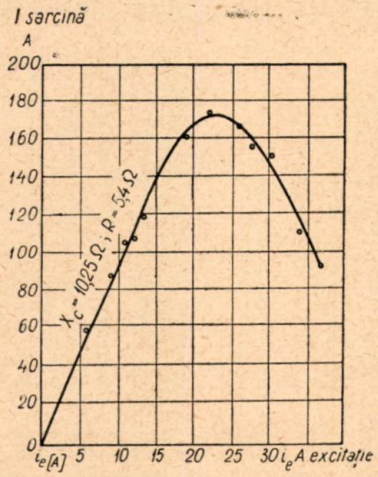


Fig. 4. Caracteristică de sarcină a generatorului GEF 100/8000 la sarcină capacitivă cos $\varphi_t = 0{,}465$.

torului sînt faţă în faţă, întrefierul echivalent îl vom nota cu δ_1, cînd dinţii statorului se află în dreptul golurilor dintre dinţii rotorului, întrefierul echivalent va fi notat cu δ_2, iar la o poziţie intermediară, întrefierul echivalent va fi notat cu δ_x.

Datorită fluxului de excitaţie şi simultan a acţiunii de mişcare a rotorului, [1], în bobinajul indus apare un flux util (care produce forţa electromotoare) pulsatoriu de frecvenţă ridicată pe care îl putem presupune sinusoidal în timp :

$$\varphi_u = \Phi_u \sin \omega t \,. \tag{1}$$

Se poate demonstra *) că pe porţiunea ascendentă a caracteristicii de gol (fig. 2) pe care o putem considera liniară avem :

$$\Phi_u = \frac{\pi\, b_p\, l_i\, n_e\, i_e}{10\, p}\left(\frac{1}{\delta_1} - \frac{1}{\delta_2}\right). \tag{2}$$

Notaţiile din această relaţie reies din fig. 5.

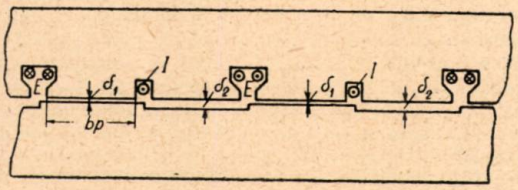


Fig. 5. Schema întrefierurilor echivalente δ_1 şi δ_2.

n_e este numărul total de spire al bobinajului de excitaţie ;
l_i — lungimea ideală a maşinii ; $2p$ numărul de poli, în cazul generatorului Guy este egal cu numărul crestăturilor de excitaţie ;
i_e — curentul de excitaţie.

Datorită curentului de sarcină,

$$i = I\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t - \beta) \tag{3}$$

în bobinajul indusului apare fluxul de reacţie

$$\varphi_i = \Phi_i \sin(\omega t - \beta). \tag{4}$$

*) O vom face în detaliu într-un articol viitor.

În această relaţie β este unghiul de decalaj dintre φ_u şi φ_i. Se poate arăta că :

$$\Phi_i = \frac{\pi\, b_p\, l_i\, n_i}{10\, p}\left(\frac{1}{\delta_1} + \frac{1}{\delta_2}\right) \cdot \sqrt{2} \cdot I \tag{5}$$

n_i fiind numărul de spire al bobinajului indus.

Condiţiile de echilibru în scurtcircuit ale forţelor magnetomotoare şi fluxurilor, neglijînd căderile de tensiune active şi reactive, ne permit să deducem pentru generatorul lucrînd în scurtcircuit pe porţiunea ascendentă şi liniarizată a caracteristicii de scurtcircuit :

$$\sqrt{2}\, n_i I \left(\frac{1}{\delta_1} + \frac{1}{\delta_2}\right) = n_e\, i_{ek} \left(\frac{1}{\delta_1} - \frac{1}{\delta_2}\right) \tag{6}$$

astfel încît :

$$\Phi_i = \frac{\pi b_p\, l_i\, n_e\, i_{ek}}{10\, p}\left(\frac{1}{\delta_1} - \frac{1}{\delta_2}\right) \tag{7}$$

i_{ek} fiind curentul de excitaţie la scurtcircuit corespunzător curentului indus I. Forţa electromotoare în sarcină este produsă de fluxul rezultant :

$$\varphi_r = \varphi_u + \varphi_i = \frac{\pi\, b_r\, l_i\, n_e}{10\, p}\left(\frac{1}{\delta_1} - \frac{1}{\delta_2}\right)[i_e \sin \omega t + i_{ek} \sin(\omega t - \beta)]. \tag{8}$$

Expresia $i_e \sin \omega t + i_{ek} \sin(\omega t - \beta)$ este în realitate compunerea geometrică a curenţilor $\overline{i_e}$ şi $\overline{i_{ek}}$ şi dacă numim cu i_r curentul rezultant şi cu Φ_r fluxul rezultant se deduce :

$$\overline{i_r} = \overline{i_e} + \overline{i_{ek}} \tag{9}$$

$$\Phi_r = \frac{\pi\, b_p\, l_i\, n_e\, i_r}{10\, p}\left(\frac{1}{\delta_1} - \frac{1}{\delta_2}\right). \tag{10}$$

Comparînd expresia (10) cu ecuaţia caracteristicii de gol dată de (2), se poate spune că forţa electromotoare în sarcină se găseşte pe caracteristica de mers în gol, corespunzînd curen-

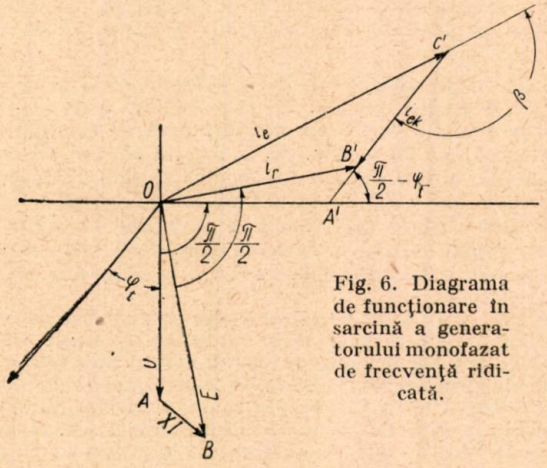


Fig. 6. Diagrama de funcţionare în sarcină a generatorului monofazat de frecvenţă ridicată.

tului de excitaţie rezultant i_r. Dacă se mai ţine seama de faptul că în circuitul indus, forţa electromotoare trebuie să echilibreze căderile ohmice, inductive de scăpări, cum şi tensiunea la borne U, se deduce că diagrama de funcţionare în sarcină a generatorului de frecvenţă ridicată este cea reprezentată în fig. 6.

Este lesne de înţeles că la asemenea generatoare, căderile ohmice pot fi neglijate faţă de căderile inductive de scăpări, ceea ce vom face şi noi în cele ce urmează. Unghiul de decalaj între tensiunea la borne şi curentul I de sarcină s-a notat mai înainte cu φ_t. Se vede că diagrama de funcţionare a gene-

ratorului monofazat de frecvență ridicată este asemănătoare cu a generatorului sincron obișnuit de joasă frecvență polifazat, cu diferența că din fluxul inductor numai o parte (destul de mică) este activă, iar reacțiunea indusului este în întregime longitudinală și se compune cu porțiunea activă a fluxului inductor. Explicația acestei asemănări se datorește faptului că în cazul generatorului de tip Guy de frecvență ridicată, atît cîmpul inductor cît și cel indus sînt fixe în spațiu, lucru care se întîmplă numai la alternatorii normali polifazați nu și la cei monofazați.

Diagrama fig. 6 este valabilă pe porțiunea ascendentă a caracteristicii de funcționare și s-a dedus în ipotezele că porțiunile ascendente ale caracteristicilor de gol și de scurtcircuit ale generatorului sînt liniare. Liniarizarea acestor caracteristici recomandăm a se face astfel:

Pentru caracteristica de mers în gol se ia linia care unește origina cu punctul tensiunii nominale (fig. 2).

Pentru caracteristica de scurtcircuit se ia linia care unește origina cu un punct situat cu 10% sub vîrful caracteristicii, deoarece curenții de sarcină sînt totdeauna mai mari decît curentul maxim, care poate fi obținut în scurtcircuit. Panta caracteristicei de gol are caracterul unei rezistențe și o vom nota cu k,

$$k = \frac{U}{i_e} \tag{11}$$

U este tensiunea la borne în volți, egală în gol cu forța electromotoare E.

Panta caracteristicii de scurtcircuit este un număr, pe care îl vom nota cu h:

$$h = \frac{I}{i_{ec}}. \tag{12}$$

În această expresie nu se ține socoteală de reactanța de scăpări X_s a indusului. Din relația (6), rezultă:

$$h = \frac{n_e}{\sqrt{2}\, n_i} \frac{\frac{1}{\delta_1} - \frac{1}{\delta_2}}{\frac{1}{\delta_1} + \frac{1}{\delta_2}}. \tag{13}$$

Dacă considerăm diagrama din fig. 6 și se ține cont de asemănarea triunghiurilor OAB; $OA'B'$ și de relațiile (11) și (12), se deduce:

$$\left.\begin{aligned} OA' &= \frac{U}{k}\ ;\ A'B' = \frac{X_s I}{k}\ ;\ B'C' = i_{ec} = \frac{I}{h}\ ; \\ A'C' &= A'B' + B'C' = \left(\frac{I}{h} + \frac{X_s}{k}\right) I = \xi I \end{aligned}\right\} \tag{14}$$

cu

$$\xi = \frac{I}{h} + \frac{X_s}{k} \tag{15}$$

și în fine triunghiul $OA'C'$ ne dă:

$$i_e^2 = \xi^2 I^2 + \frac{U^2}{k^2} - 2\frac{\xi}{k} UI \sin \varphi_t. \tag{16}$$

Relația (16) este relația fundamentală a generatorului de frecvență ridicată la funcționarea în sarcină, care leagă în condițiile arătate, tensiunea la borne U, curentul de sarcină I, decalajul φ_t și curentul de excitație i_e. Mărimile ξ, k și h sînt cunoscute din expresiile (11), (12) și (15). Dacă în relația (16) se face $I = 0$ se obține

$$i_e = \frac{U}{k},$$

adică caracteristica de gol, așa cum s-a presupus că ar fi, o dreaptă cu panta k.

Dacă în relația (16) se face $U = 0$ se obține:

$$i_e = \xi I. \tag{17}$$

Relația (17) este ecuația dreptei care reprezintă caracteristica de scurtcircuit real, ținînd cont de reactanța X_s de scăpări. Cunoscînd experimental această caracteristică se află:

$$\xi = \frac{I}{i_e}. \tag{18}$$

Adeseori se obișnuiește a se studia funcționarea generatoarelor de frecvență ridicată în cazul unei excitații constante și al unui decalaj φ_t constant [2]. Relația (16) arată în acest

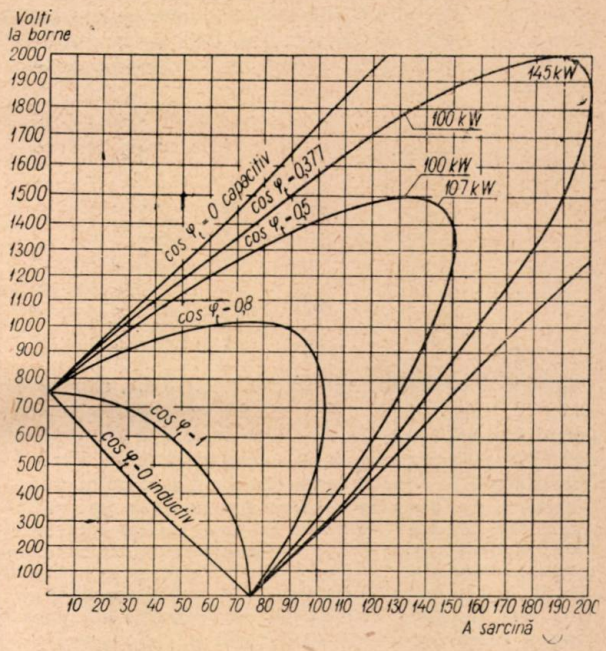


Fig. 7. Caracteristici de sarcină ale unui generator GEF 100/8 000 Hz la curent de excitație constant.

caz că $U = f(I)$ este o elipsă cu centrul în origină. Variind pe φ_t se obține o familie de elipse, toate cu centrul în origină și avînd axele pe aceeași direcție. Construcția acestor elipse se face foarte ușor cu datele care reies din încercarea de gol și scurtcircuit a generatorului și cu ajutorul formulei (16), respectiv a diagramei din fig. 6. În fig. 7 s-au trasat cîteva caracteristici de sarcină ale unui generator GEF 100/8 000. Caracteristicile s-au trasat pentru curentul de excitație de 17,2 A corespunzător tensiunii de mers în gol de 750 volți a acestui generator. Examinînd aceste caracteristici se vede că pentru a obține curenți de ordinul curentului nominal al generatorului adică 150—160 A, circuitul exterior trebuie să aibă un decalaj capacitiv de cel puțin $\cos \varphi_t = 0{,}5$.

Puterea debitată de generator în circuitul exterior este

$$UI \cos \varphi_t.$$

Dacă ne propunem ca generatorul să debiteze o putere activă de 100 kW și pentru a avea o exploatare satisfăcătoare, ne mai impunem ca acesta să aibă și posibilitatea de suprasarcină cu 30—40%, se vede din diagramele fig. 7, că este necesar ca să realizăm în circuitul exterior un $\cos \varphi_t$ capacitiv de cel puțin 0,377—0,4. În felul acesta se explică clar necesitatea folosirii de condensatori în circuitul de utilizare. Examinarea abacelor fig. 7 ne mai permite să constatăm că nu avem interes ca să mergem la decalaje capacitive exagerate, cu toate că un $\cos \varphi_t$ mai capacitiv face ca să obținem și o posibilitate de suprasarcină mai mare. Într-adevăr se vede că 100 kW pot fi obținuți la $\cos \varphi_t = 0{,}5$ cu o posibilitate de suprasarcină de 7% (de la 100 la 107 kW)

și pot fi de asemenea obținute și la $\cos \varphi_t = 0{,}377$ cu posibilitatea de suprasarcină de 45% (de la 100 la 145 kW). În primul caz însă la $\cos \varphi_t = 0{,}5$ cei 100 kW au fost realizați cu o tensiune la bornele generatorului de 1 500 V, 134 A, iar în al doilea caz cu 1 850 V și 143 A. Cu cît deci decalajul capacitiv este mai mare, cu atît apar tensiuni de lucru mai mari și deci mai periculoase. Constructorul trebuie să țină cont de aceasta la dimensionarea izolației bobinajelor și ar fi util de examinat dacă nu este cazul ca încercările de izolație, în cadrul probelor de control, să fie făcute cu valori de tensiuni, care să corespundă tensiunilor reale de lucru și nu tensiunii de etichetă a generatorului.

Caracteristicile fig. 7 nu sînt cele mai potrivite pentru studierea comportării generatorului de frecvență ridicată în sarcină. Este mai util să cercetăm caracteristica de funcționare cînd generatorul alimentează o impedanță constantă $\overline{Z_t}$, așa cum putem presupune că se întîmplă în cazul călirii superficiale, sau al altui proces de funcționare. În aceste condiții,

$$\overline{U} = \overline{Z}_t \ \overline{I} \tag{19}$$

iar formula (16) devine:

$$i_e^2 = I^2 \left[\xi^2 + \frac{Z_t^2}{k^2} - 2 \frac{\xi Z_t}{k} \sin \varphi_t \right] = \gamma_i^2 I^2 \tag{20}$$

cu

$$\gamma_i^2 = \xi^2 + \frac{Z_t^2}{k^2} - 2 \frac{\xi Z_t}{k} \sin \varphi_t \,. \tag{21}$$

Cum γ_i în condițiile specifice este constant, se vede că i_e și I sînt legate liniar, adică o dată cu creșterea excitației, curentul de sarcină și deci și sarcina aparentă și activă cresc. Așa cum s-a mai spus, toate caracteristicile de sarcină pe impedanța constantă au forma din fig. 3 și 4. La toate aceste caracteristici interesează numai funcționarea pe porțiunea ascendentă a caracteristicilor. La toate aceste caracteristici curentul de excitație util nu depășește curentul de excitație maxim, manifestat la generatorul în scurtcircuit și putem admite deci că variația curentului de excitație poate avea loc între zero și valoarea curentului de excitație corespunzător vîrfului caracteristicii de scurtcircuit a generatorului.

Pentru a avea o rezervă de putere și o posibilitate de reglaj a tensiunii, nu este recomandabil a admite ca funcționarea normală să aibă loc la valoarea maximă a excitației. De asemenea o dată cu scăderea sarcinii este necesar, pentru a menține tensiunea, ca să scădem și excitația, care la sarcina „0" va atinge valoarea excitației la mersul în gol. Din acestea rezultă că vom alege pentru curentul de excitație în sarcină, o valoare cuprinsă între valoarea excitației în gol și cea la scurtcircuit, — considerînd cazul general, că la scurtcircuit, curentul de excitație la vîrf este mai mare decît curentul de excitație la gol.

De exemplu, la un generator oarecare GEF 100/8 000 curentul de excitație de gol la 750 volți era de 17,2 A, iar curentul de excitație de vîrf la scurtcircuit era de 26 A. În cazul acestui generator putem alege pentru curentul de excitație în funcționare normală valoarea de 22 A. Prin această alegere cunoaștem în relația (20) valoarea curentului i_e. Pe de altă parte, se cunoaște curentul nominal I, cum și puterea activă dezvoltată de generator. Se cunoaște deci partea reală R_t din $\overline{Z}_t$. Putem pune totdeauna:

$$P = R_t I^2 \cdot 10^{-3} \text{ kW} \tag{22}$$

$$\overline{Z}_t = R_t - \mathrm{j} X_t \,.$$

Pe de altă parte:

$$Z_t \sin \varphi_t = X_t \,; \; Z_t^2 = R_t^2 + X_t^2 \tag{23}$$

și deci (21) devine:

$$\gamma_i^2 = \left(\xi - \frac{X_t}{k} \right)^2 + \frac{R_t^2}{k^2} \,. \tag{24}$$

Relația (24) ne furnizează imediat valoarea reactanței capacitive X_t

$$X_t = k \left(\xi - \sqrt{\gamma_i^2 - \frac{R_t^2}{k^2}} \right) \tag{25}$$

și deci capacitatea în μF,

$$C_t = \frac{10^6}{X_t \omega} = \frac{10^6}{2\pi f X_t} \ [\mu\text{F}] \,. \tag{26}$$

Decalajul capacitiv al sarcinii,

$$\cos \varphi_t = \frac{R_t}{\sqrt{R_t^2 + X_t^2}} \,. \tag{27}$$

Cea mai mică excitație se obține pentru γ_i minim, adică conform relației (24) pentru:

$$X_t = \xi k \tag{28}$$

iar valoarea minimă a curentului de excitație i_e, la care poate funcționa generatorul la sarcina respectivă este:

$$i_e = \frac{R_t}{k} I \,. \tag{29}$$

Tensiunea care ia naștere la bornele condensatorului este

$$U_c = X_t I. \tag{30}$$

Este simplu de văzut că o funcționare în aceste condiții de curent de excitație minim nu este avantajoasă. Cînd în funcționare, din întîmplare, rezistența exterioară, pe care generatorul lucrează, se scurtcircuitează, curentul care ia naștere are valoarea:

$$I = \frac{i_e}{\xi - \dfrac{X_t}{k}} \tag{31}$$

i_e are o valoare fixă minimă însă diferită de zero, astfel încît I ar deveni infinit și generatorul s-ar distruge. Pentru a limita valoarea curentului I este necesar ca expresia:

$$\xi - \frac{X_t}{k} \tag{32}$$

să fie cît mai departe de zero. Din punct de vedere al stabilității și al siguranței de exploatare este de dorit deci curentul de excitație să fie cît mai departe de valoarea minimă dată de expresia (29). Din acest motiv este bine curentul de excitație să rămînă cel ales după criteriile care s-au arătat mai sus.

Exemplu: În fig. 2 sînt arătate caracteristicile de gol și de scurtcircuit ale unui generator de 8 000 Hz tip GEF 100/8 000 ridicate experimental la platforma de încercare. Tensiunea nominală de etichetă a generatorului este 600 V, iar curentul nominal 167 A.

Curentul de vîrf al caracteristicii de scurtcircuit este 85 A. În conformitate cu cele stabilite mai înainte, liniarizarea acesteia se face la curentul de 77—78 A. Linia dreaptă care înlocuiește caracteristica de scurtcircuit va fi cea desenată linie punct în fig. 2. Panta acestei drepte este:

$$\xi = \frac{20{,}6}{77} = 0{,}267 \,.$$

Panta caracteristicii de gol este conform celor arătate:

$$k = \frac{600}{10{,}5} = 57{,}5 \ \Omega \,.$$

Pe baza celor arătate mai înainte alegem pentru curentul de excitație i_e în sarcină valoarea:

$$i_e = 22 \text{ A}.$$

Sarcina activă a generatorului este 90 kW, deci după (22)

$$R_t = \frac{90 \cdot 10^3}{167^2} = 3{,}23\ \Omega.$$

Mai departe după (20):

$$\eta = \frac{22}{167} = 0{,}132.$$

Verificăm valoarea curentului minim de excitație după relația (29):

$$i_e = \frac{3{,}23}{57{,}5}\ 167 = 9{,}4\ \text{A}.$$

Curentul de excitație ales de 22 A este depărtat de această valoare și deci avem o stabilitate asigurată.

Relația (25) ne dă:

$$X_t = 57{,}5\,(0{,}267 - \sqrt{0{,}132^2 - \left(\frac{3{,}23}{57{,}5}\right)^2}) = 8{,}5\ \Omega$$

iar (26):

$$C_t = \frac{10^6}{2 \times 3{,}14 \times 8\,000 \times 8{,}5} = 2{,}35\ \mu\text{F}.$$

Decalajul capacitiv al circuitului total de sarcină este după (27):

$$\cos \varphi_t = \frac{3{,}23}{\sqrt{3{,}23^2 + 8{,}5^2}} = 0{,}355.$$

Tensiunea la bornele capacității este:

$$U_c = 8{,}5 \times 167 = 1\,420\ \text{V}.$$

Tensiunea la bornele rezistenței R_t este

$$U_t = 3{,}23 \times 167 = 540\ \text{V}$$

astfel încît tensiunea la bornele generatorului:

$$U = \sqrt{1\,420^2 + 530^2} = 1\,505\ \text{V}.$$

Generatorul are capacitate de suprasarcină de la 22 A, curentul de excitație ales la 26 A, curentul de excitație maxim corespunzînd vîrfului caracteristică de scurtcircuit, care coincide cu aproximativ cu vîrful tuturor caracteristicilor de sarcină.

Probleme de exploatare

În cele de mai sus s-au determinat parametrii circuitului exterior de sarcină, adică rezistența activă și cea capacitivă. Dacă aceste elemente sînt realizate, generatorul va funcționa stabil și va avea asigurat și un reglaj suficient.

Circuitul exterior avînd datele R_t și X_t determinate cu ajutorul relațiilor (22), (25) și (26) în forma cea mai simplă, are aspectul din fig. 8.

În mod normal în exploatare nu apar însă astfel de circuite. Acestea sînt în general destul de inductive. Pentru a face totuși ca generatorul să lucreze în condițiile unui circuit ca în fig. 8, sarcina naturală pe care trebuie să lucreze generatorul trebuie completată cu condensatori. Ea devine astfel o sarcină artificială. În cele ce urmează vom numi sarcina legată la bornele generatorului, sarcina totală. Această sarcină totală se va compune deci din sarcina de exploatare (sarcina naturală) și din elemente de condensatori puse de noi suplimentar și care vor completa sarcina naturală. Circuitul total de sarcină poate fi în acest caz pus sub forma circuitului echivalent din fig. 8. Aceasta va avea elementele de mai sus, adică Z_t; X_t; R_t; cos φ_t și care cu ajutorul relațiilor (22), (25) și (26) au putut fi determinate pe baza alegerii parametrilor de funcționare ale generatorului, curent de excitație, capacitate de suprasarcină și de reglaj, cum și pe baza elementelor constructive, η; ξ; k; P; U. S-a arătat mai sus cum constructorul poate predetermina prin calcul aceste elemente, sau cum aceste elemente pot fi determinate din încercarea de gol și de scurtcircuit, după ce generatorul este gata.

În practica exploatării, așa cum am mai spus, circuitul de sarcină se prezintă totdeauna inductiv. Astfel în cazul

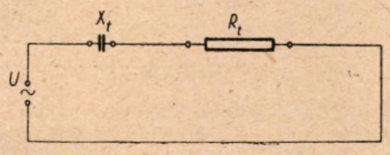


Fig. 8. Circuitul echivalent al sarcinii totale.

călirii superficiale consumul de energie se face pe piesa de călit cu excepția pierderilor, pe care le vom considera înglobate în acest consum. Alimentarea piesei de călit se face prin inducție, astfel încît circuitul de sarcină se completează ca în fig. 9, *a* cu un transformator care are scopul să adapteze

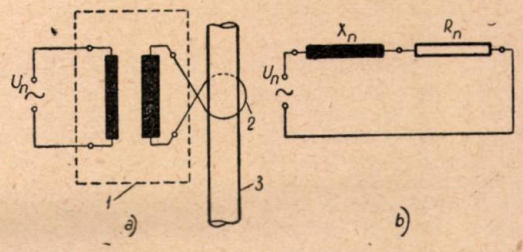


Fig. 9.
a — circuitul natural de sarcină:
1 — transformator; *2* — inductor; *3* — piesă de călit;
b — circuitul echivalent al circuitului natural.

sarcina la tensiunea relativ înaltă a generatorului, cum și cu un inductor care transmite prin inducție energia, direct piesei de călit. Acest inductor se compune adesea din una sau mai multe spire care înconjură piesa de călit [3]. Așa cum am spus, acest ansamblu îl vom denumi circuitul natural de sarcină.

Pentru practicieni, problema pe care o pune exploatarea este de a transforma circuitul natural de sarcină într-un circuit ca în fig. 8, căruia, așa cum am văzut, i s-au determinat elementele, adică R_t și X_t, în funcție de caracteristicile generatorului. Să examinăm cum se poate face aceasta în modul cel mai convenabil pentru o cît mai bună funcționare a ansamblului.

În vederea acestui scop este util în primul rînd să înlocuim circuitul natural de sarcină cu unul echivalent ca în fig. 9, *b*. Elementele acestui circuit, adică rezistența activă R_n, reactanța X_n cum și clementele derivate, puterea activă P, decalajul cos φ_n, se presupun cunoscute. Ele pot fi determinate foarte ușor experimental, alimentînd circuitul cu o tensiune U_n de frecvența respectivă f și citind curentul absorbit I_n și puterea P. Se află ușor:

$$\cos \varphi_n = \frac{P}{U_n I_n}; \qquad (33)$$

$$R_n = \frac{U_n}{I_n} \cos \varphi_n; \qquad (34)$$

$$X_n = \frac{U_n}{I_n} \sin \varphi_n. \qquad (35)$$

Se presupune că aceste elemente nu variază cu valoarea sarcinii I, ceea ce putem considera cu aproximație exact.

Aducerea circuitului natural de sarcină X_n, R_n la circuitul echivalent X_t, R_t se poate face foarte simplu inserind în circuit o capacitate C respectiv o reactanță capacitivă X_c, așa cum arată fig. 10.

În acest caz avem :

$$X_t = X_c - X_n ; \tag{36}$$

$$R_t = R_n. \tag{37}$$

Relaţia (36) ne dă pe X_c respectiv pe C adică capacitatea pe care noi trebuie să o introducem în circuit în serie, pentru a realiza parametrii X_t şi R_t de funcţionare satisfăcătoare

$$X_c = X_t + X_n. \tag{38}$$

Valoarea X_t se determină din (25), iar X_n din (35). Modul acesta de realizare a circuitului echivalent X_t şi R_t este cel mai simplu şi trebuie folosit cu precădere.

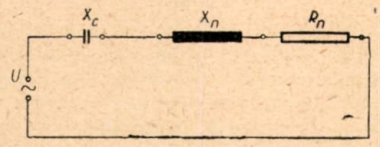


Fig. 10. Compensarea circuitului natural de sarcină numai printr-o capacitate serie.

Cum se vede însă din (38), inductivitatea sarcinii face să crească reactanţa capacitivă, pe care trebuie să o introducem în circuit. Din acest motiv la unele tipuri de generatoare în special de frecvenţă mai înaltă, la bornele capacităţii apar tensiuni, care adesea devin prohibitive. Astfel am văzut în exemplul de mai înainte că la bornele unui generator de 8 000 Hz ; 600 V apar tensiuni de ordinul 1 500 V, chiar cînd nu avem inductivităţi în circuitul exterior. Este de înţeles că în cazul normal, aceste tensiuni pot ajunge, din cauza inductivităţii sarcinii, la 2 500—3 000 V adică la de 3—4 ori tensiunea nominală. Pentru a evita măcar în parte acest lucru este necesar ca sarcina naturală să aibă o inductivitate cît mai mică, inductorul să fie cît mai bine cuplat cu piesa de călit şi mai ales transformatorul să aibă scăpări de flux cît de mici adică tensiuni mici de scurtcircuit. Paralel cu aceasta se foloseşte şi montajul din fig. 11, *a*.

Sarcina naturală este compensată printr-o reactanţă capacitivă X_p pusă în paralel. În felul acesta ansamblul X_n, R_n, X_p poate deveni mult mai puţin inductiv, sau poate deveni chiar capacitiv. Din această cauză X_c poate fi micşorat din

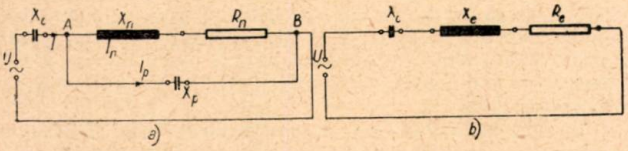


Fig. 11.

a — compensarea circuitului natural de sarcină printr-o capacitate paralelă şi una serie ; *b* — circuitul echivalent fig. 11, *a*.

ce în ce conform relaţiei (38). În cazul cînd ansamblul X_n, R_n, X_p a devenit capacitiv, X_c scade sub valoarea lui X_t dată de (25). În felul acesta funcţionarea generatorului este asigurată, iar apariţia tensiunilor ridicate micşorată. Apare însă un alt neajuns, care poate cu uşurinţă depăşi neajunsul provocat de apariţia tensiunilor ridicate. Se vede din fig. 11, *a* că în cazul cînd se pune paralel cu sarcina naturală o capacitate, curentul I al generatorului se divide în doi curenţi : I_n care trece prin sarcina naturală şi I_p care trece prin capacitatea paralel. O compensare nechibzuită poate deci duce la mărirea curentului I al generatorului peste cel nominal, ceea ce nu poate fi admis, deoarece apar supraîncălziri, care pot duce la arderea generatorului într-un timp scurt. În cazul condensatorilor legaţi în serie am văzut că apar tensiuni ridicate, care depăşesc tensiunea nominală a generatorului, însă aceste tensiuni ridicate, localizate în cea mai mare parte la bornele condensatorilor, nu afectează decît în mică măsură inducţiile din generator, aşa că nu pot apărea supraîncălziri exagerate în fierul generatorului. Din acest motiv supratensiunile nu solicită decît izolaţia generatorului şi a cutiei de borne.

În aceste condiţii, generatorul poate mult mai uşor să fie făcut să suporte supratensiuni permanente de ordinul 50—100%, decît supracurenţi permanenţi de ordinul 10%. Compensarea după tipul fig. 11, *a* nu trebuie deci în nici un caz să ducă la mărirea curentului de sarcină a generatorului peste valoarea lui nominală. Cu aceste observaţii să trecem la studierea circuitului fig. 11, *a*. Este uşor de dedus că acesta poate fi înlocuit cu un circuit ca în fig. 11, *b*, unde :

$$R_e = \frac{R_n X_p^2}{R_n^2 + (X_n - X_p)^2} ; \tag{39}$$

$$X_e = - \frac{R_n^2 X_p + X_n X_p (X_n - X_p)}{R_n^2 + (X_n - X_p)^2} . \tag{40}$$

Astfel încît conform (36) :

$$X_c = X_t - \frac{R_n^2 X_n + X_n X_p (X_n - X_p)}{R_n^2 + (X_n - X_p)^2} \tag{41}$$

X_t se determină din (25), unde în loc de R_t se pune R_e calculat cu (39).

Decalajul ansamblului X_n, R_n, X_p este

$$\operatorname{tg} \varphi_e = \frac{X_e}{R_e} = \frac{X_p X_n - Z_n^2}{R_n X_p} \tag{42}$$

care poate fi inductiv dacă φ_e rezultă pozitiv, sau capacitiv dacă φ_e rezultă negativ. Asemenea X_e poate fi pozitiv sau negativ. În relaţia (40) X_n şi X_p sînt consideraţi pozitivi.

Curentul I_n, care trece prin sarcina naturală, adică prin primarul transformatorului, cum şi curentul I_p care trece prin condensatorul paralel depinde evident de tensiunea U_n, care apare la capetele sarcinii adică, între punctele A şi B fig. 11, *a*. Dacă ne propunem în continuare ca această tensiune să aibă o anumită valoare U_n avem :

$$I_n = \frac{U_n}{Z_n} , \text{A} ; \tag{43}$$

$$I_p = \frac{U_n}{X_p} , \text{ A} \tag{44}$$

cu

$$Z_n = \sqrt{R_n^2 + X_n^2} = \frac{U_n}{I_n} , \Omega , \tag{45}$$

iar curentul generatorului este :

$$I = I_e = \frac{U_n}{Z_e} , \text{ A} \tag{46}$$

cu

$$Z_e = \sqrt{X_e^2 + R_e^2} . \tag{47}$$

Dacă numim cu P puterea activă în kW, mai avem :

$$R_n = \frac{U_n^2}{10^3 \cdot P} \cos^2 \varphi_n ; \tag{48}$$

$$X_n = R_n \operatorname{tg} \varphi_n ; \tag{49}$$

$$10^3 \cdot P = R_e I_e^2 = R_n I_n^2 . \text{ [W]} \tag{50}$$

Pentru buna funcţionare a ansamblului, practicianul dispune de trei elemente : raportul de transformare al transformatorului, capacitatea C_p respectiv X_p, cu care se compensează sarcina în paralel şi capacitatea serie C respectiv X_c.

a) Raportul de transformare al transformatorului influenţează asupra impedanţei Z_n. Cu cît raportul de transformare este mai mare, cu atît Z_n este mai mare. Acesta variază aproximativ cu pătratul raportului de transformare.

b) Capacitatea C_p paralelă cu sarcina, compensează astfel sarcina încît decalajul ansamblului să fie mai puțin inductiv, să fie 0, sau să fie capacitiv. În ipoteza că se menține curentul generatorului la valoarea nominală, cu cît capacitatea C_p este mai mare cu atît curentul în primarul transformatorului crește, cu atît capacitatea serie crește, iar tensiunea la bornele ei scade.

c) Capacitatea serie C compensează în mare parte reacțiunea indusului generatorului și adesea și inductivitatea sarcinii. Cu cît această capacitate are o valoare mai mică, cu atît compensarea este mai puternică și cu atît tensiunea, care apare la bornele ei, este mai mare.

Cu aceste elemente se poate realiza un circuit exterior avînd parametrii R_t și X_t care asigură buna funcționare a agregatului.

Factorul de putere cos φ_n este un element legat de sarcina naturală. Acest factor este un factor de calitate al sarcinii și este bine ca să fie cît mai ridicat. Așa cum s-a spus, el depinde mai ales de scăpările de flux din transformatorul de călire și de cuplajul inductorului față de piesa de călit.

Obișnuit, fabrica constructoare livrează generatorul împreună cu o anumită capacitate serie. Modul în care se face alegerea acestei capacități variază cu tipul de generator. Criteriul care trebuie să stea la baza determinării acestei capacități C este ca să asigure funcționarea generatorului chiar pe sarcina naturală, fără nici o compensare. În felul acesta practicienii din exploatare nu ar avea altceva de făcut decît să branșeze generatorul la sarcină, exact cum se face cu orice generator obișnuit de joasă frecvență. Acest lucru nu poate fi făcut decît eventual la generatorii sub 1 000 Hz. În acest caz aceasta este posibil și de aceea că sarcinile naturale au la $f = 1\,000$ Hz factori de putere de ordinul $\cos\varphi_n = 0{,}5$. În cazul frecvențelor ridicate peste 2 000 Hz, cînd factorii de putere ajung și la $\cos\varphi_n = 0{,}15$, un condensator serie, care ar fi capabil să asigure singur funcționarea unui astfel de generator, ar avea la borne tensiuni foarte mari de peste 10 ori tensiunea nominală. Din acest motiv determinarea valorii condensatorului serie livrat de fabrică se face astfel încît să se asigure funcționarea satisfăcătoare a generatorului la un anumit decalaj φ_e exterior. Pentru exploatare, acest decalaj trebuie să fie cît mai puțin capacitiv, dacă se poate chiar inductiv, deoarece în acest caz compensarea corectă a sarcinii naturale este mult mai simplă. Acest decalaj va fi cu atît mai capacitiv cu cît generatorul va fi pentru o frecvență mai ridicată, iar în acest caz apare nevoia să se limiteze tensiunea la bornele capacității. Pentru generatori de frecvențe sub 2 000 Hz acest decalaj poate fi și inductiv, mai aproape de valorile decalajelor φ_n naturale. La generatoare tip GEF 100/8 000, capacititatea aceasta este astfel aleasă încît asigură o funcționare satisfăcătoare a generatorului atunci cînd circuitul de sarcină are un decalaj capacitiv :

$$\cos\varphi_e = 0{,}9.$$

Bobinajul indus al acestui generator este făcut din două bobine, care se pun cînd în serie cînd în paralel, putîndu-se obține astfel tensiunea de 600—700 V, respectiv de 300—350 V pentru aceeași putere. În cazul cînd bobinajele indus sînt prevăzute să fie legate în serie, condensatorul se leagă între aceste bobinaje, iar dacă este posibil, punctul median se leagă la pămînt, micșorîndu-se astfel cît se poate de mult potențialele față de masă. Schema de funcționare este cea corespunzătoare fig. 12, *a*. Condensatorul livrat de fabrică este notat C.

În cazul cînd bobinele indus sînt legate paralel, condensatorul C nu mai poate fi legat ca în fig. 12, *a* așa încît schema este cea din fig. 12, *b*.

Atît schema din fig. 12, *a* cît și cea din fig. 12, *b* mai au prevăzut și un condensator serie suplimentar K. Acesta se folosește rar și anume atunci cînd sarcina activă este relativ mare și foarte inductivă și nu se mai poate face față cu condensatoare paralel C_p decît în mod oneros. Voltmetrul se leagă, în cazul ambelor scheme, la bornele sarcinii compensate, excluzîndu-se condensatorii serie, deoarece în cazul contrar ar putea produce încurcături.

Condensatorul C care se livrează împreună cu generatorul GEF 100/8 000 se calculează pe baza formulelor de mai sus.

Practicienilor, posesori ai unui generator livrat cu o anumită capacitate C serie, le rămîn disponibile numai două elemente :

a) raportul de transformare al transformatorului ;

b) capacitatea C_p paralelă cu sarcina naturală.

După felul cum fabrica și-a determinat capacitatea serie, ea trebuie să dea instrucțiunile asupra criteriului cum trebuie compensată sarcina naturală. În mod excepțional, practicianul mai poate dispune și de capacitatea serie suplimentară K. Să arătăm cum se face calculul condensatorului serie C livrat de fabrică la generatorul tip GEF 100/8 000 cu caracteristicile arătate în fig. 2.

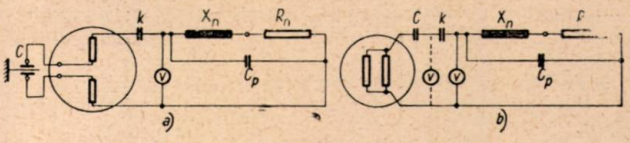


Fig. 12

a — schema de funcționare a generatorului GEF 100/8 000 în cazul bobinelor indus legate în serie. (C condensatorul livrat de fabrică) ; *b* — schema de funcționare a generatorului GEF 100/8 000 în cazul bobinelor indus legate paralel. (C condensatorul livrat de fabrică).

Fig. 11, *b* reprezintă circuitul total de sarcină. C este condensatorul livrat de fabrică, iar $X_e — R_e$ este circuitul echivalent care înlocuiește circuitul natural de sarcină, compensat cu ajutorul condensatorului paralel C_p (X_p). În cazul generatorului GEF 100/8 000, se ia :

$\cos\varphi_e = 0{,}9$ capacitiv, deci : $\operatorname{tg}\varphi_e = -0{,}436$.

Pe de altă parte : $R_e = R_t$; $X_e = R_e \operatorname{tg}\varphi_e$.

Deci : $X_c + X_e = X_t$; $X_c = X_t - X_e = X_t - 0{,}436\, R_t$.

La generatorul avînd caracteristicile reprezentate în fig. 2 : $X_t = 8{,}5\,\Omega$; $R_t = 3{,}23\,\Omega$ se obține pe baza ultimei formule :

$$X_c = 8{,}5 - 0{,}436 \times 3{,}23 = 7{,}1\ \Omega$$

$$C = \frac{10^6}{2 \times 3{,}14 \times 8\,000 \times 7{,}1} = 2{,}81\ \mu\text{F}.$$

Generatorul dat ca exemplu, livrat cu acest condensator serie, va asigura deci o funcționare în condițiile arătate mai înainte, dacă sarcina exterioară compensată R_e, X_e va avea un decalaj capacitiv cu $\cos\varphi_e = 0{,}9$.

Acest condensator se verifică la platformă punînd generatorul să debiteze pe sarcina nominală cu $\cos\varphi_e = 0{,}9$ capacitiv. Cu această ocazie valoarea lui C se mai corectează și în funcție de forma curentului, care nefiind totdeauna sinusoidal [4] face ca expresia :

$$C = \frac{10^6}{2\pi \cdot f \cdot X_c}$$

în care noi am pus $f = 8\,000$ să aibă adesea nevoie de corecție.

Ținînd cont de împrăștierea normală a caracteristicilor de funcționare a generatorilor de același tip, ar părea necesar ca fiecărui generator să i se adapteze un anumit condensator, ceea ce ar complica exagerat de mult lucrurile, deoarece în realitate nu este nevoie de o asemenea exactitate. Din acest motiv generatorii se livrează cu un condensator serie de o valoare medie. Dacă sarcina naturală se compensează pentru un $\cos\varphi_e$ prescris de instrucțiunile fabricii, în cazul exemplului $\cos\varphi_e = 0{,}9$ capacitiv, aceasta înseamnă că nu este sigură obținerea caracteristicilor X_t și R_t arătate aci, ci a unor valori apropiate. Dar după cum am arătat mai înainte, alte valori X_t și R_t nu duc la altceva decît la o valoare a curentului i_e de excitație în sarcină, diferită de cea pe care ne-am impus-o noi și care a determinat pe X_t și R_t. Această valoare nu poate totuși diferi prea mult de i_e ales și ar putea fi deci acceptată.

În practică intervin două cazuri :

a) Cazul cînd sarcina activă de călit P este mai mică decît sarcina nominală a generatorului,

b) Cazul cînd sarcina activă de călit P este sarcina nominală, iar factorul de calitate este foarte slab, sub

$$\cos \varphi_n = 0{,}2.$$

În ambele cazuri compensarea sarcinii naturale se face astfel încît să se atingă decalajul φ_e prescris de instrucţiunile fabricii. Se vor face şi verificări experimentale. În cazul al doilea însă acestea trebuie să fie mai minuţioase, verificîndu-se toate condiţiile de funcţionare care trebuie să fie satisfăcătoare adică:

— Tensiunea la bornele sarcinii, care trebuie să fie aproape de cea nominală.

— Curentul de excitaţie, care trebuie să fie cu cel puţin 15—20% peste cel de gol şi cel puţin 10—15% sub cel de scurt-circuit de vîrf.

— Sarcina activă să fie cea impusă.

— Curentul generatorului să nu depăşească curentul nominal.

Corectarea acestor valori se face variind capacitatea paralel C_p în jurul valorii determinate de calculul de mai sus. Dacă valoarea acesteia este prea mare, apare pericolul unui curent exagerat în primarul transformatorului de călire. În acest caz situaţia poate fi ameliorată plasîndu-se suplimentar un condensator serie K ca în fig. 12. Se porneşte de la valori de capacitate mari. În situaţia finală se verifică şi tensiunea la bornele acestei capacităţi, care nu trebuie să depăşească: 1,2 × tensiunea nominală.

Se mai atrage atenţia că valoarea factorului $\cos \varphi_n$ este bine să fie determinată la valori ale tensiunii U_n cît mai apropiate de tensiunea nominală.

Exemplu. Vom vedea la lumina unui exemplu, cum se procedează în practică la compensarea sarcinii naturale.

Să presupunem că este vorba tot de generatorul GEF 100/8 000 avînd caracteristicile arătate în fig. 2, livrat de fabrică cu o capacitate serie $C = 3$ μF. Alimentînd sarcina printr-un transformator cu raport de transformare n_1 oarecare, se găseşte: puterea absorbită $P_1 = 10$ kW, curent absorbit $I_1 = 200$ A, tensiunea la borne $U_1 = 250$ V.

Se deduce:

$$\cos \varphi_n = \frac{10 \cdot 10^3}{200 \times 250} = 0{,}2 .$$

Sarcina necesitată de piesa de călit este de 90 kW, în care s-au înglobat şi diferitele pierderi. Raportînd citirile de mai sus la 90 kW vom avea:

$$P_2 = 90 \text{ kW}$$

$$U_2 = \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}\, U_1 = 3 \times 250 = 750 \text{ V}$$

$$I_2 = \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}\, I_1 = 3 \times 200 = 600 \text{ A}.$$

Deoarece dorim să avem la borne 600 V, înseamnă că raportul de transformare trebuie micşorat aproximativ după:

$$n = n_1 \sqrt{\frac{600}{750}} = 0{,}895 \times n_1 .$$

După două experimentări se ajunge la raportul de transformare bun. O măsurătoare făcută cu acest nou raport de transformare şi raportat la 90 kW ne dă: $P = 90$ kW, $U_n = 600$ V, $I_n = 682$ A, $\cos \varphi_n = 0{,}22$.

Considerînd că transformatorul suportă 682 A pe primar, deducem:

după (45)

$$Z_n = \frac{U_n}{I_n} = \frac{600}{682} = 0{,}88 \ \Omega$$

după (34)

$$R_n = Z_n \cos \varphi_n = 0{,}88 \times 0{,}22 = 0{,}194 \ \Omega$$

după (35)

$$X_n = Z_n \sin \varphi_n = 0{,}88 \times 0{,}976 = 0{,}86 \ \Omega.$$

La generatorul GEF 100/8 000 compensarea o vom face conform instrucţiunilor la φ_e capacitiv: $\cos \varphi_e = 0{,}9$, $\operatorname{tg} \varphi_e = -0{,}436$.

Din relaţia (42) se deduce:

$$X_p = \frac{Z_n^2}{X_n - R_n \operatorname{tg} \varphi_e};$$

care în cazul nostru devine:

$$X_p = \frac{Z_n^2}{X_n + 0{,}436\, R_n};$$

aplicînd la generatorul dat ca exemplu avem:

$$X_p = \frac{0{,}88^2}{0{,}86 + 0{,}436 \times 0{,}194} = 0{,}82 \ \Omega$$

$$C_p = \frac{10^6}{2 \times 3{,}14 \times 8\,000 \times 0{,}82} = 24{,}4 \ \mu\text{F}.$$

Curentul care trece prin C_p este:

$$I_p = \frac{600}{0{,}82} = 732 \text{ A} .$$

Dacă socotim că valoarea curentului de 732 A, care trece prin primarul transformatorului, este prea mare şi este mai convenabil să mărim tensiunea U_n la 750 V, vom mări raportul de transformare şi vom putea obţine datele sarcinii naturale la: $P = 90$ kW, $U_n = 750$ V, $I_n = 545$ A.

Urmînd calculele ca mai sus căpătăm: $X_p = 1{,}28$, $C_p = 15{,}6$ μF, $I_p = 585$ A.

Am văzut mai înainte că generatorul avînd caracteristicile din fig. 2, asigură o funcţionare în condiţiile fixate la o sarcină capacitivă cu $\cos \varphi_e = 0{,}9$, dacă condensatorul său este 2,81 μF. Un condensator serie de 3 μF nu va asigura deci parametrii $R_t = 3{,}23 \ \Omega$ şi $X_t = 8{,}5 \ \Omega$ necesari unei funcţionări convenite de noi anterior. Atît din această cauză cît şi datorită faptului că curba de tensiune a generatorului nu este o sinusoidă perfectă, trebuie experimentată funcţionarea şi eventual mărit sau micşorat valoarea lui C_p faţă de valoarea găsită, astfel încît să se obţină condiţii de funcţionare satisfăcătoare.

Probe practice, făcute cu ocazia călirii unor cruci cardanice pentru maşini agricole, au arătat justeţea metodelor expuse aici.

Dacă generatorul nu are parametrii de funcţionare satisfăcători (adică curentul i_e de excitaţie nu se încadrează în limitele arătate) se poate corecta aceasta şi cu un condensator serie suplimentar K, care micşorează curentul de excitaţie conform relaţiilor (24) şi (25).

Sînt de făcut cîteva observaţii asupra exploatării generatoarelor de frecvenţă ridicată.

a) Sistemul de automatizare, care urmează să asigure reglajul tensiunii, trebuie pus în concordanţă cu valorile curenţilor de excitaţie favorabili arătaţi aici.

b) Cînd generatorul funcţionează în condiţii grele, adică la plină sarcină şi ţinînd seama că condensatoarele dau supratensiuni permanente, este util să se verifice — din cînd în cînd — încălzirea generatorului. Cea mai sigură metodă de control este verificarea dilatării rotorului.

Generatoarele de frecvenţă ridicată se execută cu valori foarte mici ale întrefierului. Astfel generatorul tip GEF 100/8 000 are la un diametru de rotor de circa 700 mm un întrefier de circa 0,7 mm.

Se vede că o încălzire cu 100°C a rotorului poate face ca diametrul rotorului să crească cu 1,2 mm, ceea ce duce în mod cert la atingerea rotorului de stator şi deci la deteriorarea generatorului deoarece statorul se dilată cu mult mai puţin.

Micşorarea întrefierului în timpul încălzirii rotorului duce aparent la un efect favorabil şi anume la micşorarea curentului de excitaţie, de care însă trebuie să ne ferim.

Pentru a avea o funcționare sigură a generatorului, nu trebuie să permitem o scădere prea mare a curentului de excitație din cauza încălzirii. La generatorul GEF 100/8 000 nu trebuie ca valoarea curentului de excitație la mers în gol, la tensiunea nominală, să scadă cu mai mult de 20% față de valoarea lui i_e la rece. Această verificare poate fi făcută foarte ușor în timpul mersului generatorului.

c) Cînd generatorul funcționează la sarcina maximă, este posibil a se ajunge la o încălzire mai favorabilă, printr-un reglaj cît mai judicios al condensatorilor, astfel încît să se obțină o funcționare totuși stabilă, la un curent de excitație mai mic.

Bibliografie

[1] Bunea, V.: *Probleme practice la execuția unui generator de* 8 000 Hz. Electrotehnica **6** (1958) 4, 130—135.

[2] Jejerin, R. P.: *Generatoare pentru încălzire prin înaltă frecvență.* Mașghiz, Moscova-Leningrad, 1954.

[3] Sepeleacovski, C. Z.: *Utilaj industrial pentru încălzirea prin inducție.* Vestn. Mașinostroi. (1949), 3, 25—32.

[4] Aezalos, P.: *Unele probleme ale proiectării și teoriei generatoarelor de inducție.* Elektrotechnika, Bpest. **48** (1955) 11, 15—20.

Determinarea reacțiunii indusului la mașinile de curent continuu cu întrefier neuniform

EUGEN NICOLESCU — București *)

Problemele reacțiunii indusului la mașinile de curent continuu cu întrefier neuniform diferă de cele din cazul mașinilor cu întrefier uniform. Metodele de calcul clasice pentru determinarea reacțiunii indusului nu mai sînt aplicabile în acest caz. Autorul prezintă o metodă originală care deși este mai laborioasă decît cele clasice își justifică utilizarea în cazurile în care se cere o precizie mai mare în calcule.

CZ 621.313.2 :621.3.013.4

Mașinile de curent continuu cu întrefier neuniform sînt foarte des folosite acolo unde pretențiile unei funcționări cît mai bune sînt ridicate, iar condițiile de comutație mai dificile. Acest lucru este arătat în [1], unde autorul descrie în mod complet și cum se calculează caracteristica de mers în gol la astfel de mașini. În lucrare nu se arată însă și cum trebuie determinată la astfel de mașini, reacțiunea indusului. În această privință nici literatura tehnică nu este prea bogată, iar acolo unde totuși sînt tratate astfel de probleme, acestea se referă mai ales la mașinile sincrone pentru curent alternativ [2, 3, 4].

În prezentul articol vom descrie o nouă metodă cu ajutorul căreia se va putea determina reacțiunea indusului în sarcină la mașinile de curent continuu cu întrefier neuniform. În primul rînd se va arăta cum se poate determina cîmpul în întrefier, în sarcină, ținînd cont și de saturație.

Înainte de a intra în miezul problemei este util pentru cazul nostru să facem o expunere scurtă a principalelor cauze cunoscute care influențează forma cîmpului în întrefier, la gol și în sarcină, și cum se tratează în calcul aceste cauze care sînt: prezența crestăturilor, a canalelor radiale de ventilație, bandajele situate pe partea activă a indusului, lungimea finită a indusului.

Pentru a ține seama în calculele mașinii electrice respective de aceste cauze, cel mai simplu lucru ar fi o trasare a spectrului cîmpului în întrefier. Acest lucru este destul de complicat, greoi și cere o anumită obișnuință pe care mulți nu o au. Din acest motiv s-a căutat să se înlocuiască această metodă prin altele simplificate.

De prezența crestăturilor se ține seama prin aceea că întrefierul geometric δ din dreptul dinților se înlocuiește cu un întrefier fictiv de calcul δ' care se consideră uniform, determinat de relația

$$B_{real} \cdot \delta = B_{med} \cdot \delta'.$$

Valoarea δ' se determină pe baza formulelor Carter sau după [4].

Prezența canalelor radiale de ventilație fac ca în lungul mașinii, cîmpul să nu fie uniform. Se înlătură greutățile legate de această neuniformitate a cîmpului prin introducerea lungimii ideale a mașinii, care este lungimea ce ar trebui să o aibă indusul mașinii pentru ca, la întrefier constant, inducția în tot lungul mașinii să fie constantă.

Deoarece liniile de forță trec și prin canalele radiale de ventilație, lățimea b_s a acestor canale este înlocuită cu o lățime b_s' virtuală, considerînd că fluxul prin canalul radial de ventilație trece numai prin porțiunea $(b_s - b_s')$ cu o inducție egală cu cea din partea fierului. Diverși autori dau valorile acestei lățimi virtuale b_s' funcție de lățimea reală a canalului și de valoarea întrefierului. Avînd un număr n_s de canale radiale de ventilație, rezultă o lungime ideală a mașinii

$$L_i = L - n_s b_s'.$$

Formula este valabilă și la mersul în sarcină al mașinii.

Fixarea bobinajului în crestăturile rotorului se face fie cu ajutorul penelor, fie prin bandaje. Atunci cînd se adoptă soluția bandajelor, se prevăd pe periferia rotorului o serie de șanțuri, astfel ca aceste bandaje să fie îngropate în interiorul rotorului. Cum lățimea totală a acestor șanțuri reprezintă un procent important din lungimea fierului mașinii, mai ales la mașinile cu turație ridicată, și cum adîncimea șanțurilor este de circa 3 mm, prezența acestora nu poate fi neglijată în calculul magnetic al mașinii. Pentru a ține seama în calculul mașinii de prezența acestor șanțuri, pe care de multe ori literatura tehnică le trece cu vederea, procedăm ca mai jos.

Repartiția inducției în întrefier este reprezentată prin curba b din fig. 1. Valoarea inducției corespunzînd mijlocului șanțului bandajului se găsește plecînd de la legea circuitului magnetic care ne permite a scrie:

$$B_1 \cdot \delta_1' = B_2 \cdot \delta_2'$$

unde δ_1' și δ_2' sînt valorile întrefierurilor corectate cu coeficientul lui Carter în situațiile din figură.

În locul repartiției din fig. 1, b se poate considera o repartiție echivalentă reprezentată în fig. 1, a. Pentru ca în calcul să nu lucrăm decît cu valoarea B_1 a inducției, definim o lungime ideală plecînd de la ideea că valoarea fluxului trebuie să nu se schimbe.

*) *E. Nicolescu* este inginer proiectant la fabrica „Klement Gottwald".

Putem scrie, notînd cu b_i lăţimea ideală a polului

$$L_i b_i B_1 = b_i \left[(L - \Sigma l_c) B_1 + (\Sigma l_c) \frac{B_1 + B_2}{2} \right]$$

unde Σl_c reprezintă suma lungimilor canalelor bandajelor, L_i — lungimea ideală, L — lungimea geometrică, b_i — lăţimea ideală a polului [1]

$$B_2 = \frac{\delta_1'}{\delta_2'} B_1.$$

Se obţine sub ultimă formă relaţia

$$L_i = L + \left(\frac{\delta_1'}{\delta_2'} - 1 \right) (\Sigma l_c).$$

Natural, atunci cînd rotorul are şi canale de ventilaţie se calculează o lungime ideală care ţine seama atît de cana lele de ventilaţie cît şi de canalele bandajelor.

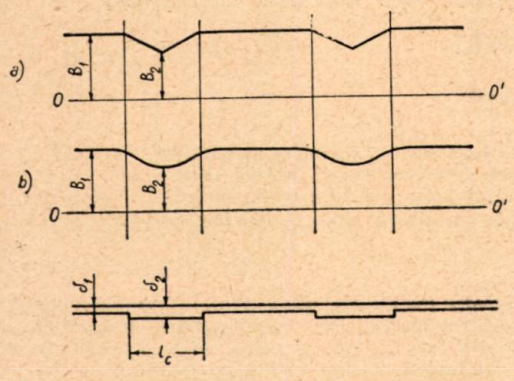


Fig. 1. Repartiţia inducţiei în întrefierul maşinilor prevăzute cu canale pentru bandaj (secţiune în lungul maşinii).

Introducînd corecţiile arătate, nu se va mai ţine seamă în cele ce urmează de neuniformităţile cîmpului ce se datoresc prezenţei crestăturilor, canalelor radiale de ventilaţie şi canalelor pentru bandaje.

Să trecem acum la problema maşinii de curent continuu cu întrefier neuniform. Situaţia în care întrefierul variază de-a lungul întregului arc polar este amănunţit analizată în articolul tov. ing. V. Bunea apărut în numărul 5 din 1953 al acestei reviste, pentru maşina funcţionînd în gol.

Pentru a se putea expune funcţionarea în sarcină a maşinilor cu întrefier neuniform, se vor arăta întîi unele concluzii la care s-a ajuns în articolul citat, forma acestor concluzii fiind puţin modificată în sensul necesităţilor noastre.

Utilizînd relaţia

$$\Phi = \frac{60}{pn} \cdot \frac{a}{N} E \cdot 10^8,$$

unde notaţiile sînt cele clasice, se poate determina cu uşurinţă valoarea fluxului corespunzînd pentru diverse tensiuni, atunci cînd cunoaştem celelalte elemente. Această relaţie nu este legată de forma cîmpului în întrefier, deci nu este legată nici de forma întrefierului. O dată ştiută valoarea fluxului rezultă valoarea inducţiei medii în întrefier

$$B_{med} = \frac{\Phi}{b_p L_i}.$$

Această valoare medie a inducţiei nu ne este de folos întotdeauna în calculul unei maşini. Într-adevăr, în cazul maşinilor cu întrefier constant, inducţia medie coincide chiar cu inducţia din întrefierul maşinii (aceasta în suficientă aproximaţie). În cazul maşinilor cu întrefier neuniform, pentru calcul trebuie cunoscută valoarea efectivă a inducţiei cel puţin într-un punct bine definit, numai în acest mod putîndu-se determina curba de magnetizare a maşinii. Acest punct se ia de obicei cel care corespunde întrefierului minim, deci în cazul maşinilor cu întrefier simetric neuniform, cum se utilizează de obicei, el corespunde mijlocului polului.

Pentru găsirea raportului ce există între inducţia medie şi cea corespunzînd mijlocului polului este necesar să se examineze distribuţia inducţiei în întrefierul maşinii. Ceea ce complică puţin lucrurile este faptul că acest raport variază în funcţie de saturaţia dinţilor şi jugului rotorului (pe măsură ce aceştia se saturează cîmpul în întrefier se uniformizează), aceasta atît la mersul în gol cît şi în sarcină.

Deoarece efectul saturaţiei jugului rotorului are asupra distribuţiei cîmpului în întrefier o influenţă prea mică, în cele ce urmează el se va neglija.

Pînă la o tensiune a maşinii corespunzătoare unei inducţii medii în dinţi de circa 13 000 Gs în punctul din dreptul întrefierului minim, distribuţia cîmpului în întrefierul maşinii se va trasa considerînd suprafeţele ce mărginesc acest întrefier ca fiind suprafeţe echipotenţiale. Acest lucru este posibil deoarece am-

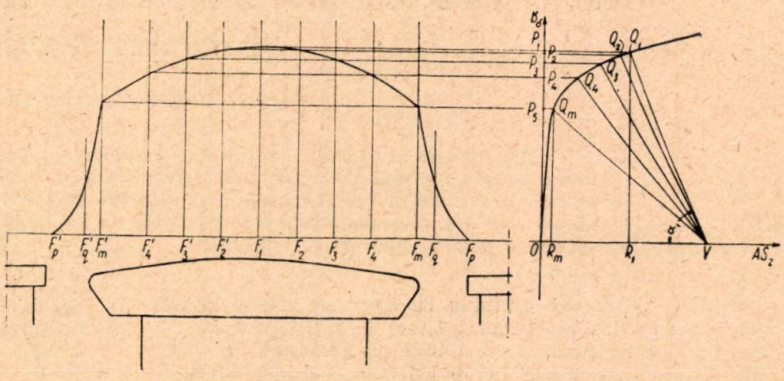


Fig. 2. Aflarea inducţiei în întrefier la mersul în gol al maşinilor cu întrefier neuniform.

perspirele ce sînt necesare magnetizării dinţilor sînt neglijabile în comparaţie cu cele necesare întrefierului.

În acest caz în toate punctele cuprinse pe periferia indusului în dreptul piesei polare, inducţia poate fi reprezentată ca o mărime proporţională cu $1/\delta_x'$, coeficientul lui Carter avînd valoarea corespunzătoare întrefierului δ_x din punctul considerat.

În punctul F_p (fig. 2), inducţia poate fi considerată zero. Pentru a afla inducţia din punctul F_q (punctul F_q este definit din relaţia $F_p F_q = 0{,}75\ F_p F_m$) se foloseşte curba din fig. 3 [1] unde se dă valoarea raportului :

$$\frac{B\delta_q}{B\delta_m} = f(e)$$

valoarea lui e fiind dată de raportul

$$e = \frac{\delta_m'}{\tau - (b_p - b_a)}.$$

Cu aceste elemente cunoscute, se poate trece la trasarea curbei inducţiei în întrefier. Planimetrînd această curbă se determină valoarea inducţiei medii cum şi raportul B_{max}/B_{med} care se notează cu k_s. În cazul maşinii din fig. 4, care reprezintă un tip de motor de tracţiune produs de uzinele Klement Gottwald, raportul este egal cu $k_s = 1{,}45$.

Aşa cum reiese din cele de mai sus, configuraţia cîmpului astfel trasat este valabilă atît timp cît f.m.m. necesară dinţilor este neglijabilă în raport cu f.m.m. necesară întrefierului. Atunci cînd această condiţie nu mai este respectată, raţionamentul trebuie refăcut, de data aceasta considerînd suprafeţe echipotenţiale, suprafaţa polului ce limitează întrefierul şi o suprafaţă convenabilă ce trece mai sus de suprafaţa dinţilor.

Între aceste suprafețe, e valabilă relația

$$H_{zx^1/3}\, h_z + 0{,}8\, B\delta_x \cdot \delta'_x = \text{const}$$

unde $H_{zx^1/3}$ este valoarea intensității cîmpului la o treime de la baza dintelui corespunzînd punctului x, de pe periferia indusului, iar h_z este înălțimea dintelui.

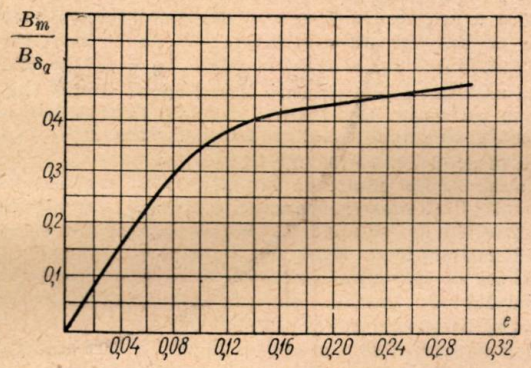


Fig. 3. Curba pentru aflarea inducției în spațiul dintre poli.

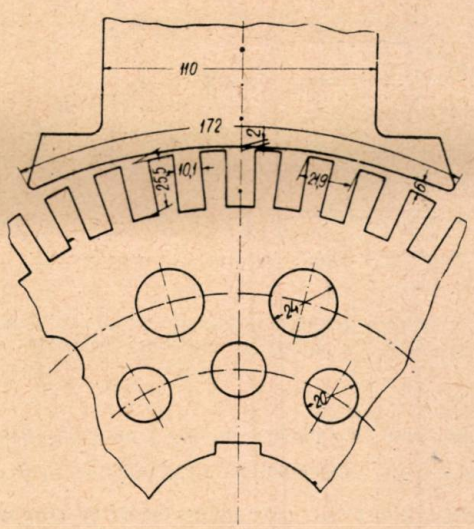


Fig. 4. Secțiune printr-o mașină de curent continuu cu întrefier neuniform.

Între inducția în întrefier și cea din dinți (la o treime de la porțiunea îngustă) există relația [2]:

$$B_{zx^1/3} = \frac{L_i}{K_{Fe}\, L_{Fe}} \cdot \frac{t_1}{b_{z^1/3}} \cdot B_{\delta x}$$

unde

L_{Fe} este lungimea fierului indusului;
K_{Fe} — coeficientul de umplere a fierului;
t_1 — pasul dentar la periferia indusului;
$b_{z^1/3}$ — lățimea dintelui la o treime.

Pe baza relației de mai sus și prin intermediul curbei de magnetizare a tolelor rezultă și curba $B\delta = f(AS_z)$ care leagă inducția din întrefier de amperspirele necesare magnetizării dinților reprezentată în fig. 2 dreapta de care vom avea nevoie mai departe.

Trasarea curbei reprezentînd repartiția inducției în întrefier se face plecînd de la inducția maximă, pentru care se alege o valoare arbitrară (în cazul motorului pe care se face exemplificarea, s-a ales $OP_1 = 10\,000$ Gs în fig. 2).

În abscisă segmentul OR_1 reprezintă tocmai valoarea amperspirelor necesare magnetizării dintelui atunci cînd inducția în întrefier în fața lui are valoarea aleasă (10 000 Gs). Dacă adăugăm acestor amperspire și amperspirele necesare magnetizării întrefierului (segmentul R_1V din fig. 2) calculate pentru întrefierul minim și valoarea inducției din întrefier (10 000 Gs) se obține segmentul OV care reprezintă forța magnetomotoare dintre cele două suprafețe echipotențiale, care este independentă de drumul pe care scriem legea circuitului magnetic. Pentru orice punct de pe periferia indusului, suma dintre amperspirele necesare magnetizării întrefierului și dinților este aceeași și este reprezentată de segmentul OV, numai valorile componentelor acestei sume variază de la un punct la altul.

Valoarea unghiului α_1 (fig. 2) pe care dreapta Q_1V îl face cu abscisa este determinată numai de valoarea întrefierului. Într-adevăr, din triunghiul Q_1R_1V

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{Q_1R_1}{R_1V} = \frac{B\delta}{AS\delta} = \frac{B\delta}{0{,}8\cdot\delta'_1\cdot B\delta} = \frac{1}{0{,}8\,\delta'_1}.$$

Pentru a afla inducția în oricare alt punct de pe periferia indusului, F_3, se pleacă de la punctul V. Cunoscînd valoarea de calcul a întrefierului în punctul F_3 care este δ'_3, se află unghiul $\alpha_3 = \operatorname{arc\,tg}\dfrac{1}{0{,}8\cdot\delta'_3}$.

Ducînd din punctul V o dreaptă făcînd unghiul α_3 cu abscisa, se obține la intersecția acesteia cu curba $B = f(AS_z)$ punctul Q_3 care definește valoarea inducției în întrefier în punctele F_3 și F'_3 (simetricul lui F față de mijlocul polului).

Se repetă construcția pentru mai multe puncte de pe periferia indusului plasate sub piesa polară. Pentru porțiunea din afara piesei polare, construcția este identică cu cea din situația dinților nesaturați, cu deosebirea că valoarea parametrului e [1] este dată de expresia:

$$e = \frac{\delta'_m\left(1+\dfrac{AS_{z_m}}{AS\delta_m}\right)}{\tau-(b_p+b_a)} = \frac{\delta'_m\left(1+\dfrac{OR_m}{R_m\,V}\right)}{\tau-(b_p+b_a)}.$$

Planimetrînd suprafața delimitată de abscisă și curba cîmpului se obține valoarea fluxului și raportul dintre inducția maximă și cea medie, care pentru motorul luat ca exemplu este $k_s = 0{,}965$ (la o inducție maximă de 10 000 gauss). În [1] se arată că acest raport k_s de la un anumit grad de saturație devine constant, ceea ce simplifică foarte mult calculul mașinilor cu întrefier neuniform.

Considerentele de pînă acum s-au referit la mașina funcționînd în gol. Ele au fost expuse accentuînd importanța unghiului α deoarece în principiu rămîn valabile și pentru mersul în sarcină.

La mersul în gol în mașină nu există decît o singură forță magnetomotoare, anume aceea a polilor principali, care produce fluxul util al mașinii. La mersul în sarcină al mașinii, apare forța magnetomotoare de reacție produsă de indus care trebuie combinată cu forța magnetomotoare a polilor principali, ajungîndu-se astfel la o forță magnetomotoare rezultantă. Această forță magnetomotoare rezultantă produce fluxul util în sarcină al mașinii și deci forța electromotoare în sarcină.

La mașinile de curent continuu cu întrefier uniform reacția indusului se calculează așa cum se arată în literatură [2, 3, 4]. La mașinile cu întrefier neuniform însă calculul nu mai poate fi condus în felul acesta.

După cum se știe [2, 3, 4] cîmpul indusului se închide prin întrefier, prin dinții mașinii și prin o parte din piesa polară. La mașinile cu întrefier uniform, liniile cîmpului produs de indus întîlnesc toate, întrefieruri avînd aceeași valoare și dinți ajunși la o aceeași saturație, pe cînd la mașina cu întrefier variabil, liniile cîmpului de reacție întîlnesc întrefieruri de valori diferite și dinți magnetizați diferit.

Compunerea celor două cîmpuri, a celui produs de polii principali și a celui produs de indus, conduce la cîmpuri rezultante diferite în cele două situații, așa cum se vede în fig. 5.

Repartiția cîmpului produs de forța magnetomotoare rezultantă, în fig. 5 s-a făcut prin compunerea aritmetică

a celor două cîmpuri, lucru care nu este valabil decît pentru cazul cînd maşina nu este încă saturată. Din cauza saturaţiei, reacţia indusului produce o diminuare a fluxului util, ca urmare a faptului că acţiunea demagnetizantă este mai puternică decît acţiunea magnetizantă.

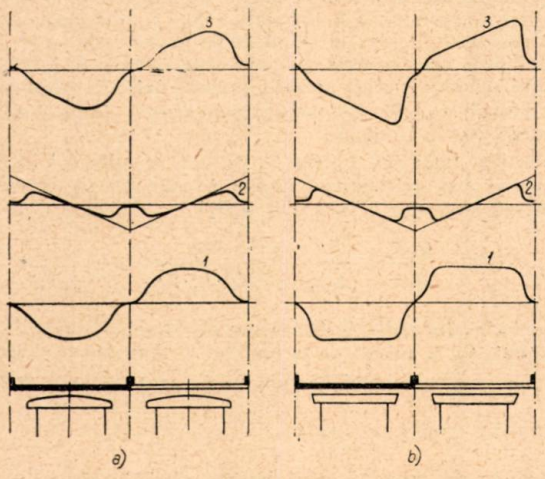


Fig. 5. Compunerea cîmpurilor produse de inductor şi indus în cazurile maşinilor cu întrefier uniform şi neuniform: *1* – curbele cîmpului inductor; *2* – curbele cîmpului de reacţie a indusului; *3* – curbele cîmpului rezultant.

În calculul maşinilor electrice, problema reacţiei indusului se reduce în principal la determinarea micşorării fluxului util. În literatură este tratat cazul maşinilor cu întrefier uniform care este cazul cel mai simplu.

Calculul se face în acest caz grafic în felul următor [2, 3, 4]: Se foloseşte curba $B = f(AS\delta + AS_z)$, neglijîndu-se amperspirele necesare magnetizării restului piesei polare. Notînd aşa cum se obişnuieşte cu A valoarea păturii de curent a indusului ce corespunde curentului pentru care vrem să facem calculul şi cu b_i lăţimea ideală a arcului polar, rezultă pentru forţa magnetomotoare a indusului ce acţionează sub piesa polară, valoarea Ab_i. Jumătate din această

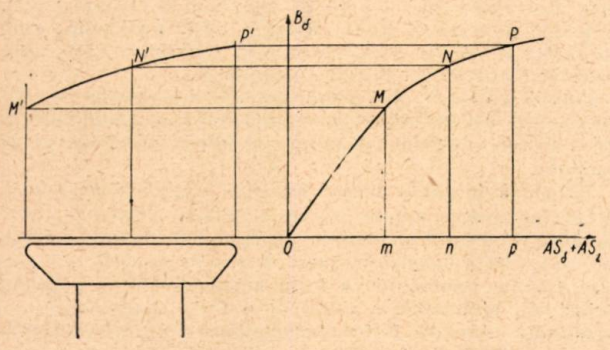


Fig. 6. Aflarea inducţiei în întrefier la mersul în sarcină a maşinilor cu întrefier uniform, utilizînd curba $B = f(AS\delta + AS_z)$.

forţă magnetomotoare, adică $\frac{1}{2} Ab_i$, are o acţiune demagnetizantă asupra unui corn polar, iar cealaltă jumătate are o acţiune magnetizantă asupra celuilalt corn polar. Pe curba $B\delta = f(AS\delta + AS_z)$ reprezentată în fig. 6 se alege un punct de funcţionare N ce este dictat de tensiunea la care se face calculul reacţiei indusului, segmentul On reprezentînd amperspirele necesare magnetizării întrefierului şi dintelui. Aceste amperspire se regăsesc pe maşină la mers în sarcină numai în punctul de la mijlocul polului, căci aici efectul reacţiei indusului este nul. De o parte şi de alta a punctului n se aşază segmentele nm şi np egale între ele şi egale cu $\frac{1}{2} Ab_i$, reprezentînd valoarea cu care forţa magnetomotoare de reacţie a indusului acţionează asupra extremităţii fiecărui corn polar. Segmentele Om şi Op sînt deci forţele magnetomotoare rezultante la extremităţile arcului polar, iar mM şi pP reprezintă inducţiile respective. Curba MNP este imaginea repartiţiei inducţiei sub piesa polară, la mersul în sarcină. Determinarea fluxului în sarcină se face planimetrînd suprafaţa $mMNP_p$ şi comparîndu-l cu fluxul iniţial de gol.

Pentru a pregăti rezolvarea calculului reacţiei indusului la maşini cu întrefier neuniform, este util ca în locul curbei $B_\delta = f(AS\delta + AS_z)$ să folosim curba $B_\delta = f(AS_z)$ care se deduce uşor din prima printr-o transformare simplă (fig. 7) aşa cum s-a arătat mai înainte. Calculul reacţiei indusului la maşinile cu întrefier uniform folosind curba $B_\delta = f(AS_z)$ se face în acest caz astfel (fig. 7):

Se alege acelaşi punct de funcţionare N, segmentul nN reprezentînd tot valoarea inducţiei în întrefier, dar segmentul On' reprezintă de data aceasta numai amperspirele necesare magnetizării dintelui. Dacă din punctul n' adăugăm segmentul nn' ce reprezintă amperspirele necesare magnetizării întrefierului şi dintelui, obţinem amperspirele necesare magnetizării întrefierului şi dintelui, On.

Unind punctul N şi n se obţine unghiul α care şi aici este dependent de valoarea întrefierului maşinii şi deci pentru maşinile cu întrefier uniform e constant.

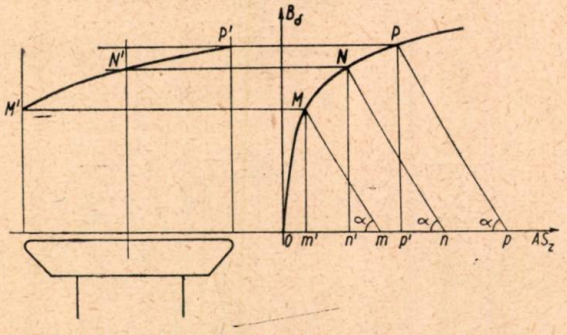


Fig. 7. Aflarea inducţiei în întrefier la mersul în sarcină a maşinilor cu întrefier uniform, utilizînd curba $B = f(AS_z)$.

Se pune apoi de o parte şi de alta a punctului n segmente egale cu $\frac{1}{2} Ab_i$, obţinîndu-se astfel punctele m şi p. Dacă din aceste puncte se duc drepte făcînd cu abscisa acelaşi unghi α, se obţin inducţiile Mm' şi Pp' de la extremităţile piesei polare. Trebuie reţinut că de data aceasta, curba MNP nu mai reprezintă forma cîmpului în întrefier şi suprafaţa $m'MNPp'$ nu mai este proporţională cu fluxul maşinii. Pentru a avea repartiţia cîmpului trebuie făcută construcţia ajutătoare din stînga ordonatei. Curba $M'N'P'$ din fig. 7 coincide de data aceasta cu curbele $M'N'P'$ respectiv MNP din fig. 6.

În cazul maşinilor cu întrefier neuniform, calculul reacţiei se face tot grafic utilizînd aceeaşi curbă $B\delta = f(AS_z)$.

Corelaţia între inducţia din întrefier şi amperspirele necesare magnetizării dintelui se stabileşte prin intermediul fluxului ce trece printr-un dinte, flux care are valoarea $L_i t_1 B_\delta$ (t_1 – pasul dentar la periferia indusului).

Expunerea construcţiei grafice se va face prin exemplificarea ei la un motor de tracţiune fabricat la Klement Gottwald, aşa cum se arată în fig. 8.

Se porneşte tot de la punctul N_1, care reprezintă valoarea inducţiei din întrefier la mijlocul polului şi care atît în gol cît şi în sarcină rămîne neschimbată. Dacă se doreşte să se determine reacţiunea respectiv fluxul în sarcina nominală, punctul N_1 va reprezenta inducţia în întrefier pentru această situaţie. Această valoare este uşor de cunoscut din caracteristica de gol calculată după [1].

În cazul exemplului nostru am ales pentru această inducţie o valoare arbitrară de 10 000 Gs.

Segmentul OR_1 reprezintă amperspirele magnetizante pentru dintele aflat în dreptul punctului F_1. Se adaugă din

punctul R_1 segmentul R_1V_1 ce reprezintă amperspirele necesare magnetizării întrefierului pentru inducţia aleasă şi pentru valoarea întrefierului din punctul F_1. Unghiul α_1 al dreptei R_1V_1 cu abscisa este dictat de valoarea întrefierului în punctul F_1 $\left(\alpha_1 = \text{arc tg}\ \dfrac{1}{0{,}8\,\delta_1'}\right)$.

Se consideră un alt punct F_3' plasat spre exemplu în jumătatea piesei polare unde acţiunea reacţiei indusului este demagnetizantă. Pentru a afla care este valoarea inducţiei în întrefier, în acest nou punct trebuie ţinut seama de faptul că aici se manifestă influenţa demagnetizantă a reacţiei indusului şi de faptul că valoarea întrefierului este alta decît la mijlocul polului.

Se scade din segmentul OV_1 segmentul V_1V_3 ce reprezintă amperspirele de reacţie ($V_1V_3' = F_1F_3' \times A$).

Din punctul V_3 se duce o dreaptă cu înclinarea α_3 definită de întrefierul din punctul F_3'. Intersecţia acestei drepte cu curba $B_\delta = f(AS_z)$ defineşte inducţia în întrefier în punctul F_3' ţinînd seama şi de f.m.m. a indusului.

Pentru punctele aflate pe porţiunea unde reacţia indusului are acţiune magnetizantă, de exemplu F_3, segmentul V_1V_3 se adaugă segmentului OV_1. Cu cît curentul ce trece prin indus este mai mare, cu atît inducţia în acelaşi punct de pe periferia indusului este mai mică dacă reacţiunea este demagnetizantă şi mai mare dacă este magnetizantă.

Rămîne să se determine forma cîmpului în regiunea exterioară piesei polare ţinînd seama de faptul că reacţia indusului se manifestă şi în porţiunea dintre poli. Construcţia se face în general ca şi la maşina funcţionînd în gol cu menţiunea că parametrul e (din fig. 3) are o altă expresie

$$e = \frac{\delta_m \left(1 + \dfrac{OR_m}{R_m V_m} \pm \dfrac{F_m F_q}{R_m V_m}\right)}{\tau - (b_p + b_a)}.$$

Semnul plus este pentru partea unde acţiunea reacţiei indusului este magnetizantă, iar minus pentru porţiunea demagnetizată de reacţie.

*

În felul acesta determinăm cîmpul în sarcină pe întregul pas polar. Fluxul se obţine prin planimetrarea suprafeţei din fig. 8 stînga, iar diminuarea lui prin comparaţie cu fluxul în gol. Din cele de mai sus se poate vedea că se face o eroare care poate fi destul de însemnată în unele cazuri, dacă

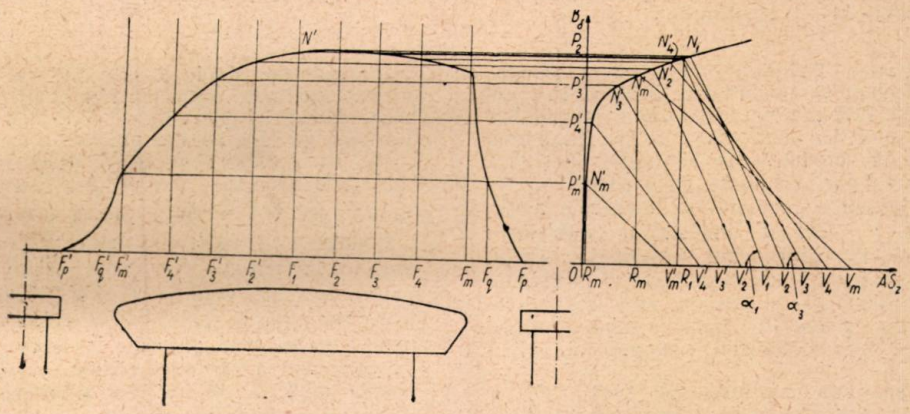


Fig. 8. Aflarea inducţiei în întrefier la mersul în sarcină a maşinilor cu întrefier neuniform.

la maşinile cu întrefier neuniform reacţiunea indusului se calculează în felul obişnuit, adică aşa cum este arătat în literatură pentru întrefierul uniform.

Este necesar ca la maşinile cu întrefier neuniform calculul să se facă în mod exact aşa cum este arătat aci, cu toate că acest calcul este ceva mai complicat ca în cazul întrefierului uniform. În felul acesta se permite în cazul generatoarelor trasarea mai corectă a caracteristicilor externă şi de reglaj şi deci dimensionarea bobinelor polilor (în special dacă există bobinaj de compundare), iar la motoare aflarea caracteristicii turaţiei. Practica de fabrică a arătat o serie de neajunsuri ce apar în cazul nesoluţionării corecte a reacţiei indusului. Un exemplu în această privinţă îl constituie turaţia motoarelor serie, mai ales a celor de tracţiune unde există condiţii severe în ceea ce priveşte toleranţele la valorile turaţiei.

Metoda propusă pentru rezolvarea reacţiei indusului a dat rezultate bune, ea fiind verificată experimental pe maşini executate.

Bibliografie

[1] Bunea, V.: *Maşini electrice cu întrefier neuniform.* Electrotehnica **1** (1953) 5, 5—20.

[2] Gheorghiu, I. S.: *Teoria maşinilor de curent continuu.* Ed. M.I.C. Bucureşti, 1953.

[3] * * * *Manualul inginerului electrician* (vol.II). Editura Tehnică, Bucureşti.

[4] Alexeev, A. N.: *Motoare electrice de tracţiune.* Moscova, 1951.

Evoluţia construcţiei de motoare electrice asincrone la uzina „Klement Gottwald"

REMY HERESCU — Bucureşti *)

De la înfiinţarea uzinei Klement Gottwald şi pînă în prezent colectivul întreprinderii a fost preocupat de îmbunătăţirea şi lărgirea producţiei de maşini asincrone. In articol este prezentată evoluţia construcţiei acestor maşini în lumina preocupărilor susamintite.

CZ 621.313.333

Creată din iniţiativa Partidului Muncitoresc Romîn, întreprinderea „Klement Gottwald" care a intrat în funcţiune la 7 Noiembrie 1948 a devenit una dintre principalele fabrici de maşini electrice din ţara noastră. Moştenind ca unică tradiţie de producţie în domeniul maşinilor electrice cele cîteva tipuri disparate de produse electrotehnice cu totul învechite fabricate de atelierele naţionalizate „TRAFO"; „Grupul industriilor electrice"; „RATEC", produse al căror nivel tehnic era limitat la posibilităţile producţiei meşteşugăreşti, înfiinţarea noii întreprinderi socialiste a pus în faţa constructorilor noştri sarcina proiectării unor maşini electrice corespunzătoare nevoilor economiei naţionale în plină dezvoltare.

A. In prima etapă care cuprinde anii 1948—1951, a fost necesar să se realizeze maşini care să cuprindă gama puterilor de la 2—550 kW cu tipuri constructive variate destinate utilizărilor normale, industriei cimentului, industriei petrolifere, acţionării de macarale etc. Intreaga gamă a acestor produse a fost cuprinsă în două tipuri de execuţie: protejată (trei gabarite) şi capsulată (trei gabarite), din ultimele derivînd cîteva maşini speciale cu DA = 40% pentru macarale.

Constructorii noştri au ales pentru a acoperi toate maşinile asincrone din gama arătată execuţia închisă pentru motoare pînă la 22 kW/750 rot/min şi motoare protejate pînă la 190 kW/750 rot/min fără o suprapunere a celor două protecţii la aceleaşi puteri. Alegerea de către noi a execuţiei închise ca singura pentru motoarele pînă la 22 kW s-a făcut pe considerentul că aceasta prezintă o siguranţă în exploatare mai bună chiar şi pentru maşinile care lucrează în condiţii normale în încăperi industriale cu mediul practic lipsit de impurităţi.

Tabela 1

	Motoare închise (capsulate)								Motoare în seria macara	
	sc. circ.				i.c.					
rot/min	3 000	1 500	1 000	750	3 000	1 500	1 000	750	1 000	750
gab. 1 482	7,5	6	4,5	2,5	5	3,5 ; 5	2,5	2	3	—
∅ 260 484	12	7,5	5	4	10	6,5	4,5 ; 5	3,5	5	—
487	15	—	—	—	—	—	—	—	7,5	—
gab. 2 522	20	—	9 ; 10	—	—	13	—	—	—	—
∅ 330 524	22	15	11	8,1	21	13,3	12	7	11	—
527	—	—	—	—	—	—	—	8,1	16,5	—
gab. 3 561	—	15	15	—	—	14	9 ; 10	—	11	—
563	22	16	11	9	22	20 ; 21	15 ; 18,5	8	16,5	—
∅ 400 565	33	23	18	15	32	22 ; 25	18,5 ; 19	12	21	16,5
568	42	28	22	18	40	27	22	15 ; 18	30	21

Tabela 2

	Motoare protejate								Motoare în seria petrol
	sc. circ.				i.c.				
rot/min	3 000	1 500	1 000	750	3 000	1 500	1 000	750	750
gab. 4 590	—	—	—	—	—	—	26	—	—
592	110	64	40	35	95	64	40	30	28,35
∅ 496 594	—	—	—	40	—	75	55	40	35
596	180	125	75	64	150	100	64	50	45
598	250	175	120	80	220	150	100	60	55
gab. 5 625	300	200	120	80	260	150 ; 175	100	60	64
∅ 595 628	400	250	175	100	350	200	150	80	80
gab. 6 661	—	—	—	100	400	250	175	125	100
∅ 730 667	—	—	—	—	500	350	250	190	190

*) *R. Herescu* e inginer şef adjunct la fabrica „Klement Gottwald".

Această soluţie a fost confirmată atît la timpul său cît şi recent, de linia trasată de CAER pentru realizarea noilor serii de maşini normale prevăzînd de asemenea realizarea unui singur tip constructiv la puterile mici.

Pentru maşinile asincrone de la 22 kW s-a ales execuţia protejată care conduce la gabarite mai reduse. Motoarele pentru industria cimentului şi a petrolului elaborate ca variante în cadrul seriei de maşini protejate sînt astfel construite încît siguranţa în exploatare să fie ridicată, asigurîndu-se funcţionarea continuă de 24 ore pe zi a maşinilor de ciment şi a sondelor din industria extractivă de petrol.

Redăm în pag. 458 tabelele 1 şi 2, cuprinzînd tipurile de maşini fabricate în această etapă.

Din analiza tabelelor 1 şi 2 rezultă că pentru puterile date, dintr-un început constructorii noştri au limitat în mod corespunzător gama de gabarite la şase, între diametrele exterioare de tolă de 260 şi 730 mm.

Pentru cuprinderea maşinilor asincrone între limitele 1—100 kW la 750 rot/min şi astăzi se consideră just acest număr de dimensiuni. Lucrările care se efectuează în prezent pentru elaborarea noii serii de motoare asincrone confirmă acest lucru. Ceea ce frapează însă este numărul de puteri care formează scara de puteri a primelor serii.

Tabela 3

Scara de puteri – pînă la 125 kW
2; 2,5; 3,5; 4; 4,5; 5; 6; 6,5; 7; 8; 8,1; 9; 10; 11; 12; 13; 13,3; 14; 15; 16; 18; 18,5; 19; 20; 21; 22; 23; 26; 27; 28; 30; 32; 33; 35; 40; 42; 50; 55; 60; 64; 75; 80; 95; 100; 110; 120; 125

Se observă numaidecît că în concepţia iniţială a fabricii au existat pentru fiecare gabarit un număr de lungimi de pachete (482 şi 484 la gabaritul 1; 524 la gabaritul 2; 563, 565 şi 568 la gabaritul 3 etc.) pentru care s-au realizat construcţiile respective şi efectuat calculele complete. Cererile de maşini care nu corespundeau ca putere cu valorile precalculate au obligat însă fie la o recalculare a maşinii cu retimbrarea ei în construcţia existentă (pentru a avea valori optime a randamentului, factorului de putere etc., la sarcina nominală cerută de client), fie chiar, cînd diferenţa dintre puterea solicitată şi cea disponibilă în tabel era prea mare, la crearea de tipuri noi — evident prin modificarea numai a lungimii pachetului. Caracteristici sînt astfel tipurile 590, la care s-a folosit pachet scurtat în construcţia mecanică a tipului 592 pentru realizarea unei singure puteri şi tipul 487 pentru care, din cauza diferenţei mari de pachet şi a numărului important de bucăţi, s-au realizat elemente pentru o construcţie mecanică (carcasa şi axul lungite faţă de tipul 484) pentru a obţine numai două maşini: 7,5 kW 1 000 rot/min macara şi 15 kW 3 000 rot/min cu rotorul în scurtcircuit.

Din punct de vedere constructiv ambele serii au o concepţie similară: pentru fiecare pachet de tole există o carcasă corespunzătoare ca lungime la care, în cadrul aceluiaşi gabarit, se asamblează aceleaşi scuturi, rulmenţi, căpăcele, ventilatoare etc. Maşinile cu inele colectoare derivă din cele în scurtcircuit prin înlocuirea scutului suport cu unul special avînd o calotă în care se aşează inelele. De remarcat că această diferenţiere a scuturilor era împinsă chiar mai departe: la maşinile în scurtcircuit, la care nu există nici un fel de condiţie constructivă de acest gen, scutul din partea tracţiunii era diferit ca turnătură şi prelucrare de cel opus.

Se remarcă în mod deosebit că motoarele de macara (motoare asincrone cu inele colectoare) apar ca o variantă electromagnetică a motoarelor închise.

In însăşi concepţia seriilor închise se manifestă o dublă tendinţă, motoarele gabaritului 1 fiind executate în manta cu suflare de aer numai în exterior, direct peste pachetul de tole, în timp ce gabaritele 2 şi 3 sînt construite ca motoare cu dublă ventilaţie (interioară şi exterioară) cu circuite de aer separate şi cu suprafaţa de radiaţie mărită prin prevederea carcasei cu aripioare la turnare. Mai mult, atunci cînd ulterior seria va fi extinsă (numai pentru motoare de macara) cu un alt tip, realizat după concepţia fabricii Reşiţa, acest ultim tip va fi şi el diferit de fiecare din cele două iniţiale, cea mai mare maşină avînd răcirea naturală, cu aripioare transversale nesuflate.

In ceea ce priveşte alegerea însăşi a diametrelor fiecărui gabarit, aceasta s-a făcut cu o oarecare luare în considerare a tăierii optime din tabla de 1 000 × 2 000 fie direct, fie prin folosirea de diametre complimentare (400 şi 595 de exemplu) fără însă ca aceasta să se fi considerat un imperativ şi fără ca la valorile alese pierderile să fie minime sau adaosurile de tăiere admise suficiente din punct de vedere tehnologic (5 mm numai la combinaţia arătată, 3 mm la ⌀ 330 etc.).

In concluzie putem spune că tendinţa spre tipizare a construcţiei, tendinţă progresivă, s-a manifestat de la început, este adevărat că numai parţial, fără o studiere mai profundă a problemelor legate de tipizarea miezului magnetic, ancoşelor maşinilor etc.

Pentru activitatea din această perioadă şi în special pentru aportul adus în construcţia de transformatori de care nu se vorbeşte aici s-a acordat premiul de Stat unui colectiv condus de tov. ing. Bunea Victor.

In urma măsurilor luate de conducerea de Partid şi de Stat cu privire la profilarea industriei noastre electrotehnice, s-au dezvoltat noi uzine ca: „Electroputere", „Electroprecizia", „Electromotor". Acestea au preluat o parte din sortimentele care la început au fost fabricate de către noi. In cele ce urmează nu vom insista asupra sortimentelor care au ieşit în urma acestor măsuri din profilul întreprinderii. Ne vom mărgini să analizăm evoluţia construcţiilor de maşini asincrone care şi astăzi formează programul ei de fabricaţie.

Pentru sistematizarea expunerii, analiza indicilor tehnico-economici principali ai acestor motoare se va face complet, o dată cu prezentarea tipurilor noi care au înlocuit primele motoare fabricate.

B. Incepînd cu perioada 1950—1951, s-a făcut simţit şi în domeniul concepţiei constructive şi tehnologice, ajutorul nepreţuit din partea U.R.S.S. Primirea primelor documentaţii sovietice, specializarea în U.R.S.S. a unor muncitori, tehnicieni şi ingineri, studierea din ce în ce mai completă a materialelor de specialitate sovietice, au permis ca în baza prelucrării creatoare a experienţei sovietice, uzina noastră să facă un mare pas înainte.

In construcţia de maşini asincrone acest pas este marcat de elaborarea şi fabricarea seriei de maşini protejate împotriva exploziilor (antigrizutoase) destinate mecanizării muncii în industria carboniferă, seria GKME.

Pentru prima dată s-a elaborat o serie unitară astfel dimensionată încît numărul de diametre, lungimi, crestături să fie minime, să permită o fabricaţie tehnologică productivă. S-a renunţat la concepţia de pînă atunci a optimului fiecărei maşini în urma căreia se putea tipiza cel mult diametrul exterior al statorului. Intr-adevăr, dacă practica primei perioade a făcut ca în întreprindere să se folosească zeci şi zeci de crestături diferite de la maşină la maşină, fiind frecvente cazurile cînd diferenţele de cote erau de zecimi de milimetri, cuprinzînd două diametre ⌀ 280 cu două lungimi de pachet şi ⌀ 330 cu patru lungimi, seria antigrizutoasă a cuprins şapte puteri la patru şi la şase poli cu un număr total de două profile crestături utilizat pentru stator şi două pentru rotor (cîte o pereche de fiecare gabarit).

Gama de puteri a seriei de puteri GKME este:

3,8; 5,5; 8; 12; 16; 22; 30

Din punct de vedere constructiv s-a ales pentru ele o construcţie sudată din tablă de oţel cu nervuri, reuşindu-se prin aceasta a se obţine performanţe tehnico-economice înalte. Izolaţia maşinilor este de clasa A, asi-

gurîndu-se prin aceste condiţii o întreţinere nepretenţioasă. Rotorul în scurtcircuit are colivia formată din bare înalte de cupru electrolitic.

Caracteristice pentru această serie sînt tălpile tip sanie, demontabile, permiţînd prin aceasta pătrunderea motoarelor în galeriile cele mai îndepărtate.

Pentru elaborarea seriei, un colectiv condus de tov. ing. A. Berberianu din cadrul uzinei a fost distins cu Premiul de Stat.

Tot în această perioadă s-a trecut la sistematizarea scării de puteri pentru maşinile protejate normale între 20 şi 200 kW şi la precizarea variantelor constructive. S-au definitivat: seriile de maşini pentru industria petroliferă DIP şi DKP în gama de puteri: 35; 45; 64; 80; 110 kW seriile de motoare pentru utilizări normale DIN şi DKN pentru care s-a adoptat gama de puteri GOST şi anume: 20; 28; 40; 55; 75; 100; 125 kW (sau numai şapte puteri în loc de 24 în practica anterioară), seria de maşini destinate a se folosi în mediul ambiant de +60°C DINT cu tipurile 45 kW la 600 de rot/min 50 kW, 750 rot/min; şi 1 000 rot/min şi 120 kW 1 000 rot/min.

Prin restrîngerea în această perioadă a profilului în domeniul motoarelor asincrone, din motoarele închise au rămas în fabricaţie numai motoarele de macara, în total opt tipuri pe trei gabarite şi anume:

Tabela 4

Gabarit ∅	Puteri în kW	
	1000 rot/min	750 rot/min
260	3, 5, 7, 5	—
330	11	—
400	16,5 21 30	21

Aceste maşini au echipat zeci de poduri rulante şi instalaţii de ridicat dînd rezultate satisfăcătoare.

In această perioadă, paralel cu restrîngerea şi standardizarea puterilor, s-au pus la punct şi construcţiile mecanice realizîndu-se pe gabaritele vechi scara de puteri prin folosirea a cîte două lungimi la fiecare gabarit. Avînd aceiaşi linie cu seria sovietică, cele două lungimi de pachet s-au montat în carcase de acelaşi gabarit. Unificarea a fost impusă în cadrul aceluiaşi gabarit şi la scuturi care, prin folosirea de rulmenţi identici ca dimensiuni de montaj la partea de tracţiune şi partea suport, au rezultat aceleaşi atît la motoarele în scurtcircuit cît şi la cele cu inele. La acestea din urmă calota inelelor a fost realizată cu o cutie separată, montîndu-se final peste inelele colectoare şi fixîndu-se de scutul normal.

Asupra seriei capsulate, folosită după cum am arătat numai pentru motoare speciale de macara, nu au fost făcute modificări constructive mari; prin reconsiderarea seriei s-au distribuit maşinile mai bine pe gabarite, alegîndu-se cele cu rezultate electromagnetice mai corespunzătoare destinaţiei limitate a maşinilor şi s-au întărit acele elemente (ventilatoare, portperii etc.) pe care funcţionarea în regim reversibil şi cu multe porniri o implica.

C. Congresul al II-lea al P.M.R. a pus în faţa noastră sarcina modernizării produselor noastre, sarcina realizării de economii de materiale. Aplicînd directivele înscrise în documentele de partid, colectivul nostru şi-a propus ca sarcină modernizarea principalelor noastre produse şi în primul rînd dat fiind volumul mare de producţie a acestui sortiment, a motoarelor asincrone. Această sarcină a devenit pe deplin posibilă datorită însuşirii entuziaste de către constructorii de maşini a directivelor Congresului al II-lea şi aplicării acestora pe baza experienţei înaintate sovietice şi a practicii proprii.

Ceea ce este interesant de observat este că reducerile de materiale ce s-au realizat nu reprezintă sub nici un aspect o scădere a performanţelor maşinilor. Dimpotrivă, prin ameliorarea ventilaţiei cu scăderea supratemperaturilor bobinajelor, prin reducerea factorului de umplere a crestăturii de la circa 0,8—0,84 la valori între 0,7—0,75,

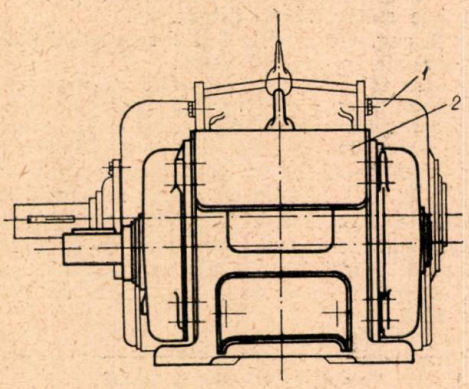


Fig. 1. Motor asincron în s.c. de 28 kW, 750 rot/min :
1 – tipul vechi; *2* – tipul nou.

prin redistribuirea grosimilor de fontă aşa ca să alcătuiască carcase şi scuturi cu rezistenţă egală în toate secţiunile, maşinile noilor serii reprezintă la o greutate totală redusă la aproape jumătate, soluţii constructive de o exploatare mult mai sigură.

Punerea în funcţiune a tehnologiei turnării centrifugale în aluminiu a rotorilor în scurtcircuit a permis să se treacă la adaptarea seriei A prin asimilarea căreia s-au înlocuit seriile de motoare asincrone normale învechite DIN şi DKN; tabela 5 punînd în evidenţă principalele caracteristici şi parametri ai celor două serii.

Rezultă că s-au obţinut importante economii de materiale paralel cu o simţitoare reducere a gabaritului concretizată în fig. 1.

Astfel greutatea cuprului s-a redus între 20—47% considerînd şi faptul că s-a înlocuit cuprul coliviei rotorice cu aluminiul turnat.

Greutatea fierului activ s-a redus între 15—37%. Ca o consecinţă a celor de mai sus şi a modificării radicale a soluţiei constructive, greutatea specifică s-a redus mult, diferenţa maximă fiind la maşina de 28 kW, 750 rot/min (de la 34 kg/kW la 15,3 kg/kW).

Cu toate acestea, indicii electromagnetici ai noii serii se păstrează practic la acelaşi nivel încadrîndu-se în standarde, iar nivelul încălzirii bobinajelor care determină viaţa maşinii este mult scăzut la noua serie.

Aceasta se datoreşte sistemului de ventilaţie bidirecţional eficace, folosit la seria A şi în studierea mai atentă a construcţiei capetelor de bobină în vederea răcirii intense a acesteia.

Constructorii seriei au adoptat la maşinile de 3 000 rot/min un bobinaj special cu capătul de bobină simţitor scurtat, ceea ce a permis unificarea construcţiei mecanice a scutului, axului şi a rulmenţilor pentru toate turaţiile.

In scopul măririi seriilor de piese de acelaşi tip, ceea ce reprezintă în fond pentru o fabricaţie de serie mică mărirea seriei de fabricaţie, s-a putut realiza prin asimilarea seriei A adoptate o restrîngere importantă de repere. Astfel vechile motoare de 55 kW la 3 000 rot/min; 55 kW la 1 500 rot/min 20 kW la 750 rot/min; 28 kW 750 rot/min aveau toate carcase şi gabarite diferite. In seria A motoarele de mai sus făcînd parte din acelaşi gabarit au aceeaşi carcasă, aceleaşi scuturi şi aceleaşi dimensiuni de montaj.

Tabela 5

Motorul			Greutate, kg		Greutate specifică		Parametrii			
kW	rot/min	Tip	Fe	Cu	kg/kW	%	cos φ	I_p/I_n	M_p/M_n	M_{max}/M_n
55	3 000	A 81-2	214	34,4	7,2	90	0,896	4	0,9	1,955
		DKN 573	244	51,6	10,72	—	—	—	—	
40	1 500	A 81-4	207	26,8	9,9	89	0,875	4,3	0,92	2,35
		DKN 573	260	47,3	16,85	—	—	—	—	
55	1 500	A 82-4	282	31,64	7,82	91,4	0,89	4	1,29	2,02
		DKN 576	434	58,84	14,7	90	0,912	—	—	
28	1 000	A 81-6	207	26,96	14,1	88,1	0,842	4	1,18	1,87
		DKN 573	260	42,96	24,1	—	—	—	—	
40	1 000	A 82-6	282	31,23	10,75	89,5	0,845	4	1,119	2,39
		DKN 576	446	48,13	20,2	89,4	0,852	—	—	—
20	750	A 81-8	207	25	19,75	86,1	0,802	3	0,98	1,79
		DKN 573	260	31	33,7	86,3	0,75	—	—	—
28	750	A 82-8	282	28,3	15,3	86,2	0,79	3	0,92	1,705
		DKN 575	362	56	34	87,8	0,743	—	—	—

Varianta cu inele a motoarelor A-8 simbolizate prin AI-8, are pe lîngă avantaje tehnologice echivalente şi unele ameliorări constructive ca de exemplu: modificarea inelelor colectoare astfel încît să fie posibilă demontarea completă a maşinilor fără extragerea inelelor colectoare, gabarite mai mici etc. Consumul ceva mai mare de cupru pentru unele din aceste tipuri se justifică prin scăderea considerabilă a încălzirii bobinajelor stator şi rotor care la vechile maşini erau suprasolicitate.

Se remarcă de asemenea simplicitatea bobinajului rotoric pentru care s-au adoptat grupe de bobine rigide prefabricate din cupru dreptunghiular. Au fost necesare mai multe etape pentru ca întreprinderea să asimileze integral acest tip de bobinaj.

Mărirea tensiunii rotorice obţinută prin adoptarea bobinajului specificat mai sus a dus la posibilitatea reducerii simţitoare a dimensiunilor inelelor făcînd astfel posibilă soluţionarea elegantă a demontării maşinilor. In fine, prin soluţia adoptată s-a putut economisi cositor pentru lipituri şi utiliza mîna de lucru cu o calificare mai joasă.

Cu toate succesele obţinute prin adoptarea seriei A nu s-au putut realiza integral parametrii şi indicii maşinilor sovietice. Faţă de nivelul actual în construcţia de maşini electrice, avînd în vedere prin aceasta în primul rînd noile tipuri de materiale izolante (clasele E, B, F), în prezent am început elaborarea noii serii unitare care să se încadreze în gabaritele adoptate de secţia 10-a CAER.

Rezultate deosebite am obţinut în urma analizei seriei de motoare de macara. Aceasta a arătat că există rezerve importante care, puse în valoare, permit elaborarea unei noi serii la nivelul seriilor similare din străinătate şi corespund integral cerinţelor înaintate ale noilor standarde de stat şi norme în vigoare.

Studiul analitic şi prezentarea noii serii de motoare asincrone de macara este făcut într-un articol separat; vom examina însă pe scurt trăsăturile înoitoare ce s-au introdus cu ocazia proiectării ei.

Corespunzînd noului standard, puterile noii serii prezintă un coeficient de creştere mai raţional şi au fost distribuite la diametre ce se taie fiecare în parte economic din tabla 1 000 × 2 000 (de obicei inferioare valorilor diametrelor din seria veche), cîte două lungimi la acelaşi gabarit. Reducerea diametrului exterior, obţinută în acelaşi timp cu renunţarea la ventilaţia interioară, se datoreşte unei mai bune distribuţii a sarcinilor termice ale statorului şi rotorului: prin mărirea diametrului rotorului acesta a fost descărcat şi răcit, în timp ce statorul, asupra răcirii căruia s-a acţionat direct prin aripioarele carcasei, a fost realizat cu sarcini electromagnetice mult sporite (inducţii la circa 16 000 gauss în jug, densităţi de curent de circa 7 A/mm²). Mai mult, în scopul obţinerii unui raport $\frac{M_{max}}{M_n} = 3$, maşinile au fost calculate cu un flux puţin sporit şi cu un întrefier mai mare.

Cele două lungimi de pachet se introduc fiecare în carcasa sa, apreciindu-se avantajul greutăţii şi gabaritului redus ca precumpănitor în acest caz faţă de uşurinţa de aprovizionare şi fabricaţie. Constructiv maşinile au acelaşi aspect, cu carcase prevăzute cu aripioare de ventilaţie, scuturile fiind mai simple faţă de tipul vechi şi menţinîndu-se tot diferite pentru tracţiuni şi suport, întrucît maşinile au inele colectoare înăuntrul construcţiei, pentru o mai bună protecţie.

Schimbarea liniei constructive cu adaptarea soluţiei plasării inelelor colectoare între paliere a avut ca urmare scurtarea maşinii, permiţînd în acelaşi timp execuţia maşinii cu unul sau două capete libere de ax pentru acţionare. De altfel aceasta, paralel cu folosirea unui rulment radial deplasabil în ambele sensuri, permite o demontare rapidă a maşinii în partea inelelor şi portperiilor, organele principale de uzură.

In orice caz, păstrînd circa 86% repere comune pe fiecare gabarit, printre care tolele stator pentru turaţiile normale de 1 000 şi 750 rot/min şi diametrul stator-rotor pentru tolele de la 1 000, 750 şi 600 rot/min, noua serie prezintă o tehnologicitate ridicată care a făcut asimilarea ei foarte uşoară şi rentabilă.

Pentru precizarea avantajelor noii serii se dau în tabela 6 date comparative; în fig. 2 se poate vedea micşorarea gabaritului noii serii de motoare de macara. Examinarea comparativă a datelor din tabela privitoare la motorul de 23 kW 1 000 rot/min arată

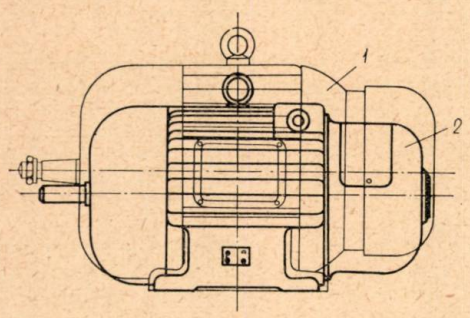


Fig. 2. Motor asincron de 16 kW, 1 000 rot/min :
1 – tipul vechi ; *2* – tipul nou.

că acesta (ca exponent al seriei) se află sensibil la nivelul seriei sovietice MT.

Este caracteristic pentru noi felul în care s-a trecut la modernizarea seriei de maşini protejate împotriva exploziilor, serie care a dat satisfacţie în exploatare.

După cinci ani de exploatare a acestei serii de electromotoare pe baza experienţei acumulate s-a ajuns la concluzia că se poate ameliora construcţia ei, obţinîndu-se importante economii de materiale şi manoperă.

Astfel, în anul 1957 s-a procedat la modernizarea seriei de electromotoare GKME, realizîndu-se noua serie EG, în construcţie asigurată împotriva exploziilor. În tabela 7 sînt prezentate caracteristicile comparate ale ambelor serii de maşini.

După cum se vede din tabelă noua serie este formată din trei gabarite iar în cadrul unui gabarit se execută două lungimi de pachet; prin bobinare pentru patru sau şase poli din fiecare pachet se obţin cele două puteri corespunzătoare turaţiei respective :

Seria nouă de motoare antigrizutoase tip EG păstrează tipul constructiv al vechii serii de maşini pentru industria minieră. Caracteristic este faptul că aceasta s-a elaborat pe trei gabarite faţă de două gabarite ale vechii serii. Prin aceasta s-a reuşit să se înlocuiască maşinile de 22 kW, 1 500 rot/min şi 30 kW; 1 500 rot/min care datorită lungimii importante a pachetului de tole faţă de diametrul exterior prezentau solicitări mecanice ale axului prea mari, cu maşini mai scurte, deci mai robuste.

Din analiza caracteristicilor noii serii, rezultă aşa dar justeţea liniei adoptate de constructori prin importantele economii de materiale realizate. Astfel în medie la cupru electrolitic s-a definitivat o reducere a consumului de circa 31%, la tabla silicioasă în medie cu 5%, la oţeluri în medie 5%. Ca un rezultat al tehnologităţii mai ridicate a noii serii, manopera de fabricaţie a scăzut cu 15%.

Din cele de mai sus rezultă că îndeplinind directivele Congresului al II-lea al P.M.R., colectivul de constructori ai întreprinderii noastre a reuşit să obţină în domeniul fabricaţiei de maşini electrice asincrone rezultate tehnico-economice importante.

Noile serii de motoare asincrone au parametrii, indicii tehnico-economici, nivelele termice, tehnologicitatea, siguranţa în exploatare a construcţiei etc. comparabile cu seriile similare din străinătate.

În prezenta lucrare s-a pus în evidenţă evoluţia gîndirii tehnice a colectivului de constructori şi tehnologi al fabricii Klement Gottwald, în domeniul construcţiei motoarelor asincrone, motoare care au prezentat în cei 10 ani de existenţă a fabricii şi prezintă şi în prezent unul din sortimentele cele mai importante. Preocuparea noastră, pentru modernizarea permanentă a acestor maşini a mărit tehnicitatea întregului colectiv şi a îmbogăţit experienţa acestuia, astfel încît astăzi este pe deplin posibilă trecerea la o nouă etapă şi anume elaborarea seriei unitare de maşini asincrone de la 0,6—100 kW la nivelul materialelor izolante superioare extra-

Tabela 6

Motorul			Greutate		Greutate specifică	L	D_{ext}	Parametrii		
kW	rot/min	Tip	Fe kg	Cu kg	kg/kW	mm	mm	cos φ	%	$\frac{M_{max}}{M_n}$
7,5	1 000	M-52-6	58	12,1	24,7	190	280	0,7	82	3,5
		Atcf 487	68	18,1	26,7	240	260	0,66	82	2,5
11	1 000	M-61-6	69	17,6	24,5	185	327	0,73	82	3,5
		Atcf 522	82,5	21,2	27,5	175	330	0,66	82,1	3
16	1 000	M-62-6	103	21,9	20,9	240	327	0,74	83,5	3,8
		Atcf 563	115	26,4	24,9	190	400	0,72	83	3,2
23	1 000	M-71-6	145	29,5	18,9	250	368	0,745	84,2	4
		Atcf 565	172	30,7	22,9	235	400	0,73	84	3,3
23	750	M-72-8	205	39,2	22,6	350	368	0,73	83,5	3,5
		Atcf 568	240	41,5	29,5	315	400	0,7	84	2,8
32	1 000	M-72-6	205	40,1	16,3	350	368	0,75	85,5	4
		Atcf 568	240	41,8	21,3	315	400	0,75	84,5	3,1

Tabela 7

Poz.	Motorul			Greutate		Greutate specifică		Parametrii			
1	kW	rot/min	Tip	Fe kg	Cu*) kg	kg/kW	%	cos φ	I_p/I_n	M_p/M_n	$\frac{M_{max}}{M_n}$
2	5,5	1 500	EG-51-4	77	11,7	28,2	83,5	0,82	4,6	1,96	2,48
			GKME-493-4	80	19,7	30,0	84,0	0,80	5,5	1,60	2,30
3	3,8	1 000	EG-51-6	77	10,7	40,8	80,0	0,74	3,5	1,64	2,21
			GKME-493-6	80	18,2	43,5	79,0	0,75	3,9	1,66	2,00
4	8	1 500	EG-52-4	100	12,9	22,5	83,5	0,84	5,2	1,98	2,55
			GKME-495-4	100	21,0	23,1	86,0	0,81	5,4	2,00	2,47
5	5,5	1 000	EG-52-6	100	11,3	32,7	81,5	0,73	3,5	1,65	2,04
			GKME-495-6	100	21,8	33,7	83,0	0,70	4,3	1,75	2,10
6	12	1 500	EG-61-4	158	16,5	20,8	86,0	0,83	4,8	1,8	2,06
			GKME-524-4	165	31,2	22,5	87,0	0,86	6,6	2,00	2,8
7	16	1 500	EG-62-4	200	19,0	18,1	88,3	0,85	6,2	2,65	3,00
			GKME-526-4	200	33,0	18,1	86,0	0,85	6,9	1,58	2,40
8	12	1 000	EG-62-6	200	18,5	24,1	87,5	0,74	4,1	1,85	1,85
			GKME-527-6	225	32,7	26,1	87,0	0,7	5,4	1,75	2,20
9	22	1 500	EG-71-4			17,3	87,0	0,84	7,0	1,8	2,0
			GKME-528-4			16,4	88,0	0,84	6,8	1,8	2,7
10	16	1 000	EG-71-6			23,7	86,0	0,74	6,5	1,8	1,8
						—	—	—	—	—	—
11	30	1 500	EG-72-4			15,0	87,0	0,84	7,0	1,8	2
			GKME-529-4			15,3	90,0	0,84	7,0	1,6	2,5
12	22	1 000	EG-72-6			20,4	86,0	0,74	6,5	1,8	1,8
			GKME-527-6			20,9	87,0	0,70	4,5	1,5	2,0

*) S-a adăogat în schimb greutatea coliviei rotorului din aluminiu.

subțiri. Colectivul întreprinderii își propune ca în acest sens să atingă și în unele privințe chiar să depășească cele mai moderne construcții similare din străinătate.

Autorul mulțumește pe această cale tov. ing. A. Berberianu și tov. ing. V. Ciofu pentru contribuția lor prețioasă la alcătuirea acestui articol.

Aspecte în legătură cu tehnologia de fabricație a mașinilor electrice la „Klement Gottwald"

NICOLAE IONESCU și *ALEXANDRU COTTA* — București*)

Folosirea unei tehnologii avansate a constituit o preocupare permanentă a constructorilor de mașini de la „Klement Gottwald". In articol sînt prezentate rezultatele obținute în întreprindere și unele perspective pentru viitor.

CZ 621.313

I. Condițiile inițiale existente în întreprindere

După naționalizarea principalelor mijloace de producție din țara noastră, eveniment care a avut loc la mijlocul anului 1948, s-a pus problema înființării unei fabrici de mașini electrice, care să poată acoperi nevoile imediate ale celorlalte sectoare industriale din economia națională. Pînă la acea dată, la noi în țară nu se fabricau mașini electrice într-un sistem organizat industrial, decît în cîteva unități care erau în realitate ateliere de reparații.

*) *N. Ionescu* e inginer tehnolog principal și *Al. Cotta* e inginer tehnolog la fabrica „Klement Gottwald".

Primele dificultăţi ivite în calea trecerii la o producţie cu un specific nou, în tînăra întreprindere, proveneau pe de o parte de la faptul că maşinile şi utilajul existent în fabrică, destinat pentru alt specific de producţie era necorespunzător din punct de vedere tehnologic, cu noul profil, iar pe de altă parte lipsea un colectiv închegat, specializat, mai ales în probleme de tehnologie şi execuţie. A fost necesară completarea maşinilor şi fabricarea utilajului specific minimal, pentru a se putea trece, în condiţii normale, la fabricaţia de maşini şi transformatoare electrice, ceea ce s-a şi realizat într-un timp foarte scurt.

Era caracteristic pentru acea vreme entuziasmul cu care muncea întregul colectiv al fabricii, la primele motoare de 11 kW şi de 190 kW pentru industria petroliferă. Rezultatele bune obţinute chiar de la început au încurajat întregul colectiv, antrenîndu-l în muncă, pentru obţinerea succeselor din ce în ce mai mari, care n-au întîrziat să se arate.

Astfel, după 10 ani de existenţă, în fabrică s-a format un colectiv sudat şi experimentat, s-au pus bazele unei fabricaţii moderne şi se produc maşini electrice cu o tehnicitate ridicată, destinate atît pentru nevoile ţării cît şi pentru export.

II. Caracterul constructiv tehnologic şi de producţie al maşinilor electrice în fabricaţie

In primii ani de existenţă a fabricii, producţia cuprindea transformatoare cu puteri între 100—5 600 kVA şi maşini rotative cu puteri cuprinse între 3 şi 480 kW.

Gama largă de puteri îngreuna posibilitatea elaborării unor procedee tehnologice care să ducă la creşterea productivităţii, corespunzător cu cerinţele unei fabricaţii economice. De aceea, producţia maşinilor şi a transformatoarelor de puteri mari s-a trecut după circa doi ani în sarcina altor întreprinderi înfiinţate paralel, rămînînd în planul întreprinderii Klement Gottwald fabricaţia maşinilor de puteri mici şi mijlocii mai ales cu caracter special, cu sarcina sporirii continue a numărului de sortimente.

Astfel, dacă la început, în anul 1949 puterea medie a motoarelor fabricate era de 22 kW, ea atingea valoarea de 48 kW în 1951, stabilindu-se mai tîrziu în jurul puterii medii de 20 kW.

Incepînd din anul 1954, paralel cu producţia de motoare şi generatoare rotative a început să se introducă în fabricaţie şi bunuri de larg consum. Ponderea acestora în planul de producţie al fabricii a avut un caracter tranzitoriu şi a scăzut continuu, ca urmare a înfiinţării şi dezvoltării întreprinderilor cu specific propriu producţiei bunurilor de larg consum.

Sortimentul maşinilor electrice rotative a continuat să crească prin introducerea anuală a unui număr mediu de 28 noi tipuri de maşini.

Nomenclatorul fabricii, după 10 ani de activitate cuprinde un număr de 90 sortimente de produse principale dintre care: motoare asincrone normale, în scurtcircuit şi cu inele colectoare, motoare asincrone de construcţie antigrizutoasă, motoare asincrone pentru exploatări petrolifere, generatoare rotative, grupuri convertizoare de călire, prin curenţi de înaltă frecvenţă, grupuri electrogene, motoare de tracţiune de curent continuu, grupuri de sudură, utilaje pentru mecanizarea muncii manuale, aparataj de pornire şi comandă şi alte maşini cu destinaţie specială. Ca produs de larg consum în planul fabricii a rămas frigiderul electric Pinguin.

Toate aceste tipuri de maşini se produc în serie mică şi mijlocie în intervale trimestriale. Organizarea producţiei în vederea realizării planurilor lunare, în condiţiile existenţei numărului mare de tipuri de maşini, este foarte mult uşurată prin aceea că în cadrul trimestrului se grupează maşinile asemănătoare din punct de vedere constructiv tehnologic şi se repartizează pe luni şi pe decade în această grupare.

Singurul produs de serie mai mare este demarorul ZIS, destinat pentru pornirea autocamionului Steagul Roşu.

Fabricaţia acestui produs se desfăşoară într-un sector aproape independent de restul maşinilor, într-un sector integrat.

In fabrică se mai produc maşini speciale, unicate, pentru institutele de cercetări.

Paralel cu introducerea în fabricaţie a tipurilor noi de maşini electrice s-a desfăşurat în fabrică activitatea de reproiectare a unor maşini, faţă de proiectele iniţiale, avînd drept scop folosirea materialelor noi elaborate, economia de materiale feroase şi neferoase şi diverse şi economia de manoperă rezultată din orientarea spre procedee tehnologice mai productive. Numai în anul 1957 au fost reproiectate un număr de 27 maşini.

Activitatea de reproiectare era necesară şi pentru unificarea diferitelor tipuri de motoare introduse în fabricaţie rînd pe rînd, prin înglobarea lor în mai multe serii care să cuprindă aceleaşi tipuri de motoare cu o gamă variată de puteri şi turaţii. In modul acesta s-au putut satisface cerinţele de creştere a productivităţii şi de elaborare a unei tehnologii unitare, simplificată. De asemenea s-au satisfăcut unele cerinţe de exploatare în acţionări electrice, unde folosirea motoarelor mai vechi era neindicată. In urma celor arătate s-au elaborat seriile: seria M — motoare asincrone pentru macara (după seria sovietică MT), seria normală de motoare asincrone în scurtcircuit, seria normală de motoare asincrone cu inele colectoare (corespondente seriilor sovietice A şi AK) şi seria EG pentru motoarele în scurtcircuit, cu construcţie antigrizutoasă.

Seria motoarelor asincrone destinate pentru exploatări petrolifere urmează în viitor să sufere aceleaşi modificări, în sensul îmbunătăţirii construcţiei şi unificării reperelor, folosind cît mai multe piese de la seriile existente, îmbunătăţite.

Gama de puteri la maşinile asincrone de tip normal reproiectate a fost încadrată în maximum trei gabarite obţinîndu-se variaţia puterii prin lungirea pachetului de tole, ceea ce a ieftinit mult construcţia utilajului specific, mai ales a ştanţelor.

Unificarea pe scară largă a pieselor şi a subansamblurilor în cadrul fiecărei serii şi chiar de la o serie la alta, a permis elaborarea unui proces tehnologic raţional, studiat la „Capul de serie“ şi apoi aplicat la toată seria.

Avantajul se reflectă şi în posibilitatea organizării mai judicioase a producţiei, începînd cu planificarea şi terminînd cu execuţia la locurile de muncă. Simplificarea tehnologiei şi reducerea manoperei de prelucrare se poate urmări din schema de prelucrare mecanică comparativă a unor repere importante cum ar fi carcase şi scuturi, de la diverse maşini.

Pentru carcase şi scuturi de exemplu, există varianta prelucrării pe strung Carussel sau pe strung universal. In schemă este dată varianta primă. Se poate observa reducerea atît a numărului de operaţii, ele nemaifiind necesare prin construcţie, cît şi durata operaţiilor. Utilizarea timpului şi a maşinilor se face cu randament mai mare.

In ceea ce priveşte construcţia sudată a maşinilor din seria EG, se pot face aceleaşi observaţii, manopera de asamblare prin sudură reducîndu-se simţitor. S-au redus dimensiunile pieselor prelucrate prin aşchiere şi s-au eliminat unele operaţii; de exemplu îmbinarea nervurilor cu carcasa nu se mai execută printr-un cordon de sudură continuu pe ambele părţi, ci numai pe jumătăţi, pe o parte şi pe alta. Comparaţia se poate face urmărind schema de pe fig. 1.

Simplificarea construcţiei prin reproiectare şi orientare spre procedee tehnologice avantajoase a dus la o scădere continuă a manoperei specifice în atelierele mecanice prelucrătoare. In tabela 1 se poate vedea scăderea manoperei în ultimii trei ani în trei sectoare mecanice, la un motor de macara şi la un motor în construcţie antigrizutoasă.

Este semnificativă încărcarea atelierelor de contrucţii metalice şi prese în ultima vreme. Dinamica creşterii volumului de producţie este mai accentuată decît la celelalte sectoare, ceea ce demonstrează utilizarea tot mai

Carcase

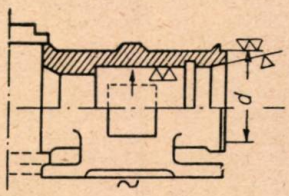
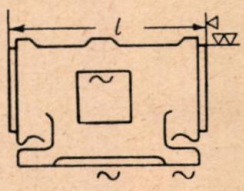
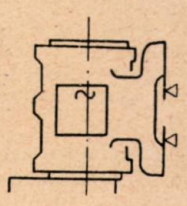
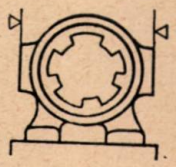
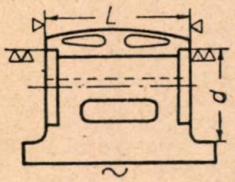
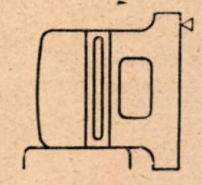
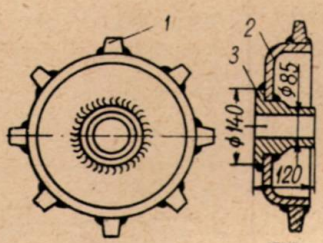
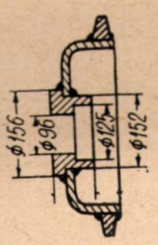
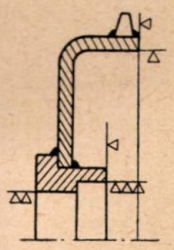
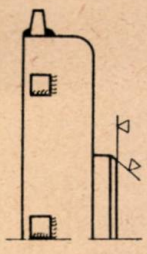
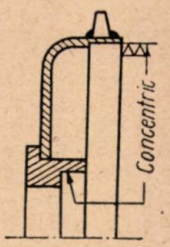
Operaţia		Strunjire faţă, interior şi prag pentru scut	Strunjire la lungime faţa opusă şi prag simetric	Strunjire tălpi	Strunjire cutii borne
Carcase de motoare asincrone	Tip vechi				
	Seria normală				

Fig. 1. Schemele comparative de prelucrare la piese care au suferit modificări în urma acţiunii de reproiectare

Scuturi

	Îmbinare prin sudură		Prelucrare		
	Tip vechi	Tip nou	Strunjire la faţă şi la bucşe	Strunjire la lungime	Strunjire prag pe dispozitiv
Scuturi la motoare antigrizutoase					

1 — urechi
2 — calotă
3 — bucşă

Fig. 2. Executarea construcţiilor sudate.

Tabela 1

Sector de lucru / Tipul motorului	Manopera în ore								
	Atelierul prelucrare prin aşchiere			Prese			Construcţii metalice		
	1956	1957	1958	1956	1957	1958	1956	1957	1958
Motor macara 11 kW—1 000 rot/min ic.	28,00	16,63	14,50	21,00	16,00	14,60	31,20	30,18	29,00
Motor30 kW—1 500 rot/minAG	32	23	21,23	29,20	24,20	23,51	27,00	18,00	17,24

intensă a procedeelor de îmbinare prin sudură electrică şi autogenă şi de presare.

Pentru seriile de maşini reproiectate pe baza tipizării şi unificării cît mai accentuate a reperelor, s-au elaborat procese tehnologice tip, adaptate la construcţia maşinilor care compun seria. Pentru maşinile speciale şi unicatele se ţine seama de caracterul lor de producţie. La aceste maşini volumul prelucrărilor prin aşchiere este mai mare decît la seriile normale.

Avînd în vedere sortimentul variat al maşinilor cît şi numărul mare de produse noi introduse în fabricaţie, elaborarea procesului tehnologic raţional, pentru fiecare caz în parte, în scopul uşurării muncii şi creşterii productivităţii muncii a constituit o sarcină principală şi a fost rezolvată în condiţii permanent îmbunătăţite.

III. Creşterea productivităţii şi a nivelului tehnic al produselor

Luînd ca bază anul 1950 se pot vedea din tabela 2 indicii de creştere a producţiei şi a productivităţii muncii în cei 10 ani de activitate a fabricii.

Această creştere rapidă se explică pe de o parte prin entuziasmul cu care a muncit întregul colectiv, pe de altă parte prin măsurile luate şi anume:

1) perfecţionarea tehnologiei;
2) organizarea producţiei;
3) mecanizarea şi înlocuirea operaţiilor manuale cu operaţii ce se pot executa mecanic.

In procesul de perfecţionare a fabricaţiei s-au analizat soluţiile tehnologice mai productive în funcţie de construcţia maşinilor şi de caracterul producţiei.

Aceşti doi factori au hotărît asupra numărului de scule şi utilaje folosite în fabricaţie. In ultimul timp o dată cu creşterea producţiei şi cu elaborarea seriilor unificate s-a extins numărul matriţelor bloc la mai multe repere, s-a dezvoltat şi s-a extins turnarea de precizie. Numărul de SDV (scule, dispozitive şi verificatoare) a crescut de la circa 40 buc. pe maşină în 1951—1952 la 50—60 buc. pe maşină pentru motoarele în scurtcircuit, 80—90 buc. pe maşină pentru maşinile cu inele colectoare, 120—130 buc. pe maşină pentru maşinile de curent continuu în anii 1957—1958. Această creştere a adus totodată la creşterea calităţii produselor şi la uşurarea muncii.

La proiectarea dispozitivelor necesare în fabricaţie s-a urmărit în general extinderea lor la cît mai multe operaţii şi piese geometric asemănătoare. Astfel, pentru atelierul mecanic de prelucrare (strungărie) sînt prevăzute dispozitive pentru fixarea pieselor pe maşini-unelte, cu posibilitatea folosirii lor la mai multe piese de acelaşi tip. Exemplu: dispozitivele pentru strunjirea carcaselor, scuturilor etc.

Prin extinderea metodei de turnare de precizie cu modele fuzibile, s-au realizat economii însemnate rezultate din eliminarea surplusului de material şi a prelucrării prin aşchiere, practicate înainte la aceleaşi piese turnate în mod obişnuit. Principalele repere care se toarnă prin metoda menţionată sînt piese de la port-perii, piuliţe, cleme etc. Numărul acestora a ajuns în 1957 la 55 repere de la 23 tipuri de maşini.

Tabela 2

Anul	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
Producţia globală, %	100	187	242	244	210	214	250	324	346
Generatoare (buc.)	2	34	515	680	405	985	1 111	1 283	1 311
Productivitatea muncii pe un muncitor, %	100	220	290	321	298	280	320	420	450

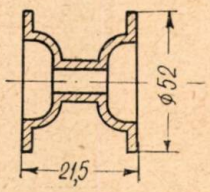
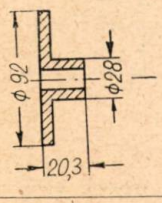
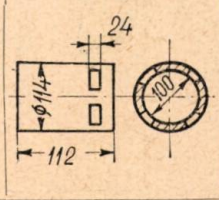
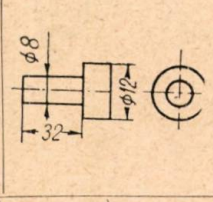
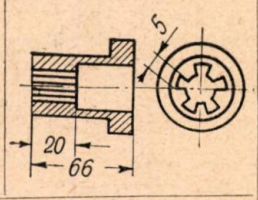
Piesa	Şaiba furcii		Capac		Carcasă		Bornă de cupru		Tija pinionului	
										
Felul execuţiei înainte şi acum	Strunjire din bară rotundă de oţel ∅55	Ambutisare din tablă de 3 mm din două bucăţi	Strunjire din bară de oţel ∅95	Ambutisare din tablă de 3 mm	Frezare	Ştanţare	Strunjire din bară de cupru ∅12	Presare la rece	Mortezare	Broşare
Coeficient de utilizare a materialului	24%	73%	11,4%	82%	—	—	57%	98%	—	—
Reducerea manoperii exprimată în procente	38%		85%		75%		56%		88%	

Fig. 3. Cîteva exemple de înlocuire a prelucrărilor prin aşchiere prin alte prelucrări

Numărul reperelor şi economia realizată a crescut în 1958 aproximativ cu 30%. După formarea unui colectiv în acest sector de activitate s-a ajuns ca materialele fuzibile să se recupereze într-o cantitate de 90% scăzînd astfel costul prelucrării.

Pe linia creşterii productivităţii şi îmbunătăţirii calităţii produselor se urmăreşte extinderea într-o măsură şi mai mare a folosirii staţiei de călire prin curenţi de înaltă frecvenţă, înlocuirea pieselor prelucrate prin aşchiere cu piese presate sau prelucrate prin alte procedee mai economice.

In această direcţie s-a insistat într-o măsură mai accentuată asupra îmbunătăţirii fabricaţiei la produsul de serie mai mare, demarorul ZIS. La acest produs, preţul de cost a scăzut în 1958 cu 62% faţă de 1955, cînd a început fabricaţia lui. Numai în trimestrul III al acestui an, preţul de cost a scăzut cu 10% faţă de media anului. Se dau în fig. 3 cîteva exemple de repere la care s-a schimbat modul de prelucrare, în urma cărui fapt s-a realizat economii însemnate de manoperă şi material deficitar.

Caracterul producţiei de serie la acest produs impune şi în viitor o analiză minuţioasă a tuturor procedeelor de fabricaţie pentru extinderea îmbunătăţirilor tehnologice în scopul ieftinirii costului şi al creşterii productivităţii.

In general în urma îmbunătăţirilor tehnologice s-a obţinut o scădere continuă a preţului de cost, al tuturor produselor, ceea ce se poate urmări în tabela 3, dacă considerăm ca bază anul 1952.

Tabela 3

Anul	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Motor asincron antigrizutos 12 kW — 1 500 rot/min scurtcircuit	100	85	75	63	56	51
Motor asincron cu inele colectoare pt. macara 21 kW — 1 000 rot/min	100	86	81	79	72	58

IV. Cîteva aspecte din activitatea sectoarelor de producţie

Atelierele din fabrică s-au separat pe specific de meserii, iar în sectoarele mecanice utilajul s-a amplasat în general pe grupe de maşini, în raport cu gabaritul maşinilor-unelte şi cu necesitatea deservirii lor prin macarale, păstrîndu-se pe cît posibil ordinea tehnologică necesară în fabricaţie. Cu această amplasare s-au putut satisface foarte bine cerinţele prelucrărilor mecanice la piese de o largă varietate, chiar în intervalul unei zile de lucru. Realizarea sarcinilor de producţie în condiţiile ritmicităţii a fost mult uşurată de o justă planificare, care în condiţiile existenţei numărului mare de sortimente este o sarcină dificilă. S-a reuşit totuşi să se rezolve în condiţii bune, prin gruparea sortimentelor în serii omogene şi compacte ţinîndu-se seama de tipurile şi numărul maşinilor care intră în planul trimestrial. S-a creat astfel condiţia folosirii mai juste a maşinilor-unelte şi a utilajului din fabricaţie, în sensul că se poate păstra mai constant reglajul acestora, de la o comandă la alta.

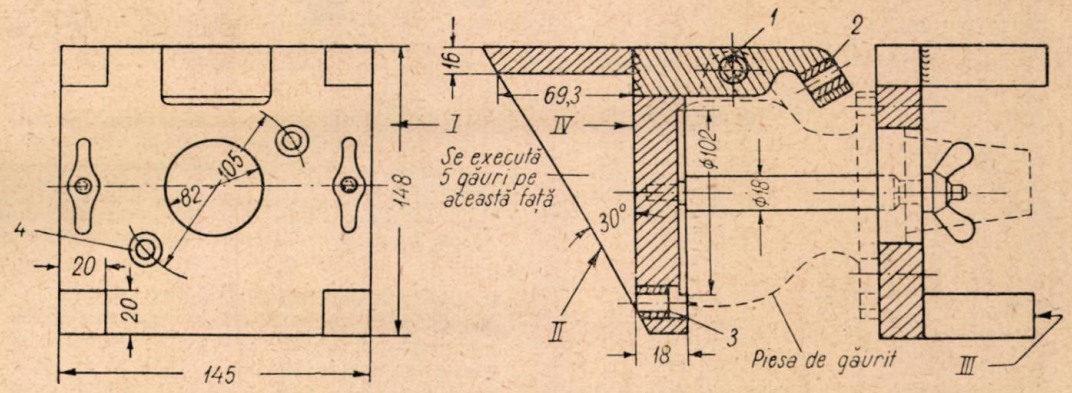


Fig. 4. Dispozitiv de prindere pentru găurire pe mai multe feţe:
1, 2, 3, 4 — bucşă de găurire; *I, II, III, IV* — suprafeţele de sprijin ale dispozitivului pentru găurirea prin bucşele respective.

In afară de acest sistem de organizare, mai există un sector organizat pentru fabricaţia în serie mai mare a demarorului ZIS. In acest sector maşinile sînt grupate în scopul prelucrării unor categorii bine determinate şi fixe de piese.

Pentru atelierul de strungărie sînt prevăzute dispozitive pentru strunjirea scuturilor, carcaselor, a pieselor de colector şi a altor piese.

Scuturile şi carcasele în general se strunjesc întîi la o faţă apoi se fixează pe dispozitiv şi se strunjesc în rest. Prelucrarea se împarte în două variante: pe strung paralel sau pe strung Carussel (fig. 1 şi 2).

Ghidajul pe dispozitive se realizează prin pragul finisat astfel că se obţine o prelucrare concentrică.

Pentru operaţiile de găurire sînt prevăzute numeroase dispozitive cu aşezare fixă sau rotative, ca în cazul găuririi carcaselor. La proiectarea dispozitivelor de găurire pentru piese care comportă operaţii de găurire la mai multe feţe se ţine seama ca acestea să se poată folosi pentru găurirea la toate feţele. De exemplu dispozitivul aplicat la găurirea cutiei pinionului demaror ZIS (fig. 4).

In prezent se experimentează folosirea unor dispozitive pentru strunjire multiplă (de exemplu la strunjirea scuturilor se aplică parţial un dispozitiv pe care se fixează mai multe cuţite). Avînd în vedere că scuturile şi alte piese comportă prelucrări prin strunjire mai mult plană decît longitudinală, pe diametre cu diferenţă mare, deplasarea saniei pentru strunjirea acestor diametre (la butuc, la prag, la interior etc.) oboseşte strungarul, mai ales la strungurile mari. De aceea s-a făcut necesar un dispozitiv (fig. 5) pe care să se fixeze mai multe cuţite aşezate aproximativ în dreptul suprafeţelor de prelucrat care să uşureze munca şi să elimine pierderile de timpi auxiliari. Dispozitive asemănătoare sînt introduse în fabricaţie şi ca aport al unor fruntaşi în muncă şi inovatori, după ce acestea au fost experimentate şi îmbunătăţite.

In domeniul prelucrărilor prin aşchiere, rezultate pozitive se obţin, în urma aplicării parametrilor optimi la cuţitele aşchietoare, ceea ce permite a se lucra cu regimuri înalte. In medie vitezele de aşchiere la strunjirea oţelului şi a fontei cu cuţite cu plăcuţe de metal dur

sînt respectiv 180—200 m/min și 70—90 m/min pentru durități medii, iar la finisări vitezele cresc mult.

Specificul prelucrărilor și configurația pieselor a dus la elaborarea unor cuțite simple și comode, multe din ele monooperaționale, care fac să se reducă mult timpii

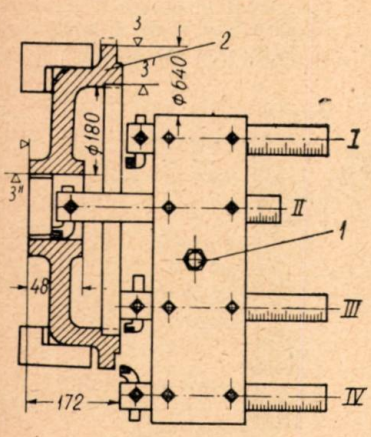


Fig. 5. Dispozitiv pentru strunjire multiplă:
I, II, III, IV — bare port-cuțit divizate și reglabile. *1* — corpul și sistemul de atașare în sistemul strungului; *2* — scutul care se strunjește la cele trei diametre simultan.

neproductivi. De asemenea se folosesc frecvent cuțite cu mai multe tăișuri care au randament mare. Aplicarea lor se întîlnește mai des la strunjirea pieselor de colector.

Cîteva din formele acestor cuțite sînt arătate în fig. 6.

Pentru exemplificarea unor planuri raționale de operații ne oprim asupra unei metode de strunjire a inelelor în V și a piulițelor colector. Operația cea mai importantă pentru asemenea piese, în formă de inel, este decuparea, în urma căreia se poate folosi și miezul rezultat. Prelucrarea inelelor

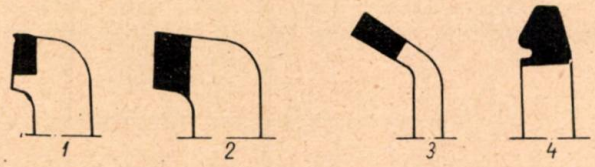


Fig. 6. Forme de cuțite cu metal dur întîlnite la strunjirea pieselor de mașini electrice:
1 — cuțit pentru strunjit la exterior longitudinal și frontal (dreapta și stînga); pentru scuturi, capace, căpăcele etc.: *2* — cuțit pentru strunjit longitudinal și frontal în ambele sensuri, pentru scuturi în față și în spate, la butuc, carcase, căpăcele etc. (stînga și dreapta); *3* — cuțit pentru strunjit canale, la căpăcele, piese de colector etc.; *4* — cuțit fason pentru finisări și racordări.

se poate urmări în schema din fig. 7. Se prelucrează numai inelul cu diferență de diametre $D—d$.

In legătură cu prelucrările de ștanțare și presare a miezurilor magnetice s-a obținut o creștere însemnată a productivității care a fost rezultatul direct al îmbunătățirii utilajului și al organizării raționale a atelierului.

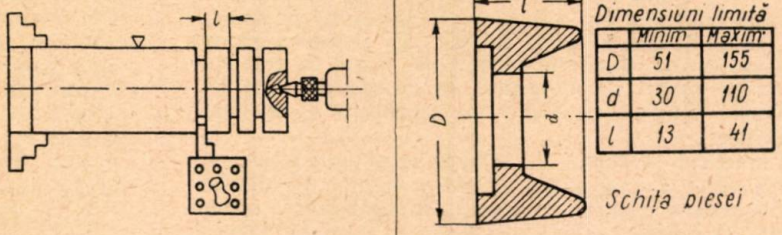
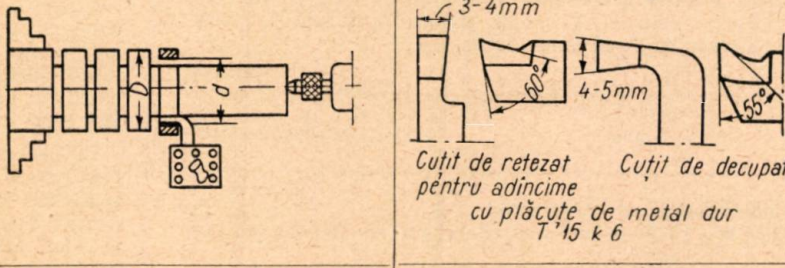
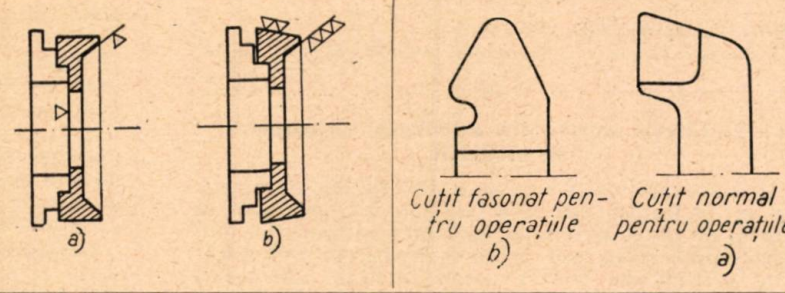
Poz.	Descrierea fazelor de prelucrare	Schița prelucrării
1	*Strunjire de adîncime* Se fixează semifabricatul cu un capăt în universal iar cu celălalt se sprijină în vîrful cu rulmenți. Se strunjesc canale radiale pe o adîncime $(D-d)/2$	
2	*Decuparea prin avans longitudinal* Se decupează inelul cu ajutorul unui cuțit îndoit la 90° la diametrul interior (d—2 mm)	
3	*Strunjirea completă* *a*) Se strunjește pragul la interior, se degrosează înclinația. *b*) Se finisează înclinația la interior, la exterior și rază	

Fig. 7. Schema de prelucrare prin strunjire a inelelor de presare a colectorului.

Prelucrarea tolelor şi a altor piese ştanţate se face pe un circuit scurt, începînd de la debitarea tablei, pînă la lăcuire şi uscare şi în continuare la pregătirea miezurilor pentru presare. Presele sînt amplasate în funcţie de fluxul tehnologic pe mai multe linii paralele, iar celelalte maşini completează în mod normal fluxul (fig. 8). Presele mari sînt deservite de o linie de transport cu monoşină.

Variantele de ştanţare sînt alese în funcţie de dimensiunile tolelor şi de caracterul producţiei (unicat, serie mică sau serie mai mare). Pe lîngă ştanţarea cu matriţe bloc se practică la serii scurte şi ştanţarea prin folosirea matriţelor pas cu pas şi combinate, după exemplul de mai jos (fig. 9).

In variantele folosirii matriţelor bloc creşte simţitor productivitatea şi calitatea miezurilor împachetate. Se poate urmări pentru comparaţie tot schema din fig. 9.

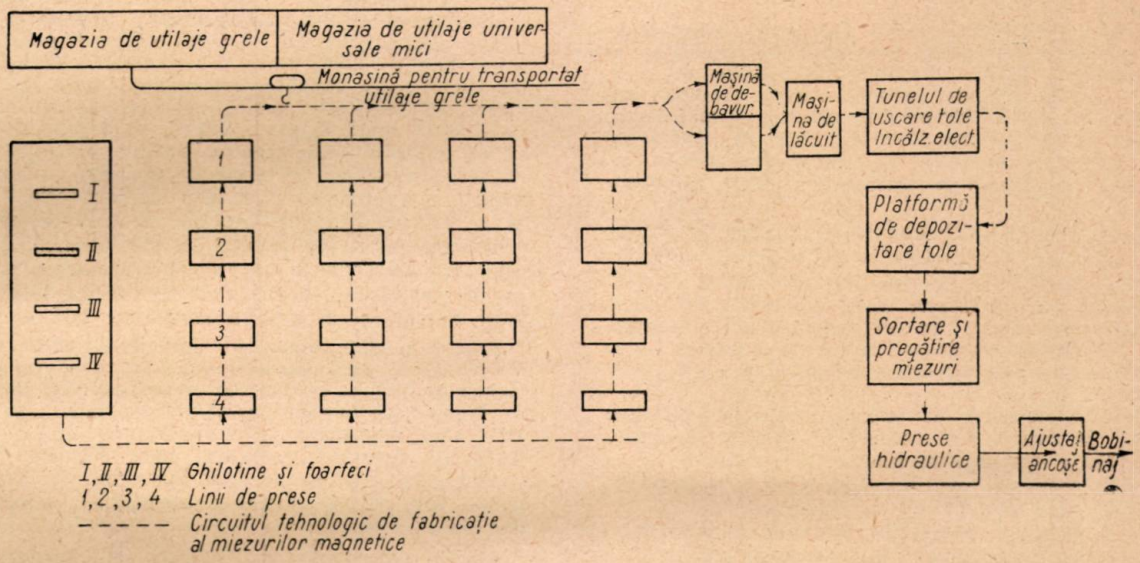


Fig. 8. Fluxul tehnologic al fabricaţiei miezurilor magnetice.

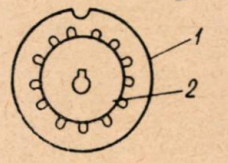
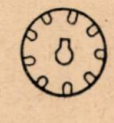
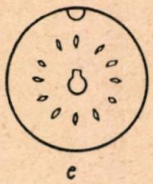
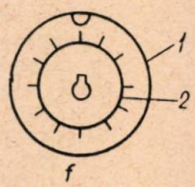
	Ştanţarea centrului	Ştanţarea ancoşelor stator pas cu pas	Decuparea exteriorului şi interiorului stator, semn de împachetare	Ştanţarea ancoşelor tolelor rotor pas cu pas
Ştanţare cu matriţă pas cu pas şi combinată	a	b	 c 1 — stator 2 — rotor	 d
Ştanţare cu matriţe bloc	Ştanţare centru exterior stator cu semn de împachetare şi ancoşe stator	Decupare tolă rotor din stator	Ştanţare ancoşe rotor în bloc	
	 e	 f 1 — stator 2 — rotor	g	

Fig. 9. Schema variantelor de ştanţare a tolelor pentru maşini asincrone.

Tolele rotor și stator în prima variantă se ștanțează cu matriță pas cu pas. Operațiile se execută în ordine la mașinile din linie, cu sensul spre spațiul de circulație și se transportă apoi în pachete formate în ordinea ștanțării, pe cărucioare la celelalte mașini din flux (pentru debavurare, lăcuire etc.). Circuitul poate fi urmărit pe schema principială a atelierului (fig. 8).

Economii însemnate la tablă silicioasă se fac, în afară de întocmirea planurilor raționale de tăiere, prin folosirea deșeurilor provenite din ștanțarea centrului și a marginilor.

O atenție deosebită s-a dat fabricației colectoarelor pentru mașinile de curent continuu. S-a amenajat un atelier integrat pentru execuția colectoarelor dotat cu utilaje care să asigure calitatea cerută acestui subansamblu, ca: presă hidraulică de precizie cu manometru, cuptoare electrice pentru coacere, mașini de centrifugat, băi de cositorire, aparataj de control. De asemeni s-a elaborat și s-a asimilat în fabricație un proces tehnologic modern.

In sectorul de bobinaj s-au făcut progrese în organizarea atelierului și în dotarea cu utilaj și instalații specifice lucrărilor de bobinaj. S-a generalizat execuția bobinelor rotorice în format pește, din conductori dreptunghiulari, pe șablon, în trei mănunchiuri înseriate. Pentru fasonarea bobinei — în formă de barcă — se utilizează dispozitive universale adaptate la aceste tipuri de bobine.

Cositorirea capetelor de bobină, fixate în crestătura lamelelor de colector, se execută în baia de cositorire, care a adus o îmbunătățire simțitoare a operației. Există o baie de cositorire pentru rotori mici și una pentru rotori mari care sînt ridicați cu macaraua.

Pe linia înlocuirii operațiilor manuale cu operații ce se pot executa semimanual sau mecanic, s-a introdus mașina de canelat colectori și mașina de bandajat rotori. Pentru canelarea colectorilor se folosește o freză cu diametru mic pînă la 12—15 mm, ceea ce permite apropierea ei cît mai aproape de steguleț. Rotorul este fixat între vîrfuri iar avansul frezei se dă manual prin balansare. Diviziunea se obține prin observare și urmărire.

V. Orientări pentru viitor

In cursul viitorilor ani, fabrica „Klement Gottwald" urmează să-și mărească treptat numărul de mașini rotative pe care-l va produce, în comparație cu anul 1958 precum și numărul aparatelor de pornire și comandă necesare acestor mașini. Pentru a putea face față acestui spor în creșterea planului de producție, pe lîngă mărirea spațiilor de producție și dotarea cu mașini-unelte suplimentare, este necesară și o reexaminare minuțioasă a organizării proceselor de fabricație.

In acest an s-a întocmit în fabrică un studiu pentru sistematizarea și organizarea fabricii. In acest studiu s-au considerat două etape de dezvoltare: prima etapă pe o perioadă de trei ani, deci pînă în anul 1961, iar a doua etapă pe o perioadă de patru ani, din 1961 pînă în 1965. Principalele concluzii ale acestui studiu aplicat la prima perioadă de dezvoltare au fost că pentru o producție de circa 1,7 ori mai mare decît aceea a anului 1958, fără o suplimentare a spațiilor de producție actuale și numai prin aducerea în fabrică a unor mașini-unelte mai productive și printr-o reorganizare a circuitelor de fabricație se va face față sarcinilor anului 1961. Baza reorganizării circuitelor de fabricație o va constitui amenajarea unor linii tehnologice de fabricație pentru reperele și subansamblele cu pondere mare în manopera ce se depune în fabrică, ca de exemplu: axe, carcase, scuturi, tole, împachetare miezuri magnetice. In afară de sporirea productivității muncii, reorganizarea circuitelor de fabricație va aduce și o îmbunătățire substanțială a calității mașinilor, prin aceea că se va dispune de mașini-unelte adecvate celor mai corespunzătoare procese tehnologice, iar transportul pieselor și subansamblurilor se va face pe distanțe minime și în condiții ameliorate față de prezent.

Pentru a doua etapă de dezvoltare, adică aceea a anului 1965, spre deosebire de prima etapă care se încheie în 1961, se studiază în prezent de către un colectiv de ingineri ai fabricii posibilitatea extinderii și amenajării unor noi spații de producție. Se dovedește a fi justificată premiza constituirii unor sectoare integrate pentru produsele cu pondere mare în planul de producție cum sînt: motoarele asincrone, demarorii și aparatajul.

Atenția colectivului de ingineri și tehnicieni se va îndrepta spre asimilarea în procesul de producție a unor procedee tehnologice înaintate care să contribuie în mod substanțial la creșterea productivității muncii. In domeniul turnătoriei se va extinde turnarea de precizie la piesele de la aparataj. La sectorul de prelucrări mecanice prin așchiere se vor introduce dispozitivele de prindere cu aer comprimat. La secția de prese se vor folosi pe scară cît mai largă matrițele bloc confecționate din sectoare pentru ștanțarea tolelor. Dat fiind volumul mare de manoperă de sudură pe care-l reclamă motoarele antigrizutoase se va asimila sudura semiautomată sub strat de flux.

Inginerii și tehnicienii fabricii „Klement Gottwald" vor depune toate eforturile pentru a-și însuși cele mai productive metode și procese tehnologice avînd permanent în minte datoria de a da produse cît mai multe, mai bune și mai ieftine.

Produse electrotehnice romînești

Noua serie de motoare de macara

CZ 621.313.333

Pînă în anul 1956 întreprinderea „Klement Gottwald" a produs motoare de macara într-o gamă de puteri cuprinsă între 3 și 32 kW, la turații de 600, 750 și 1 000 rot/min, folosind trei tipuri constructive; în ultimul timp unele motoare nu mai corespundeau în întregime noilor standarde de stat și noilor norme în vigoare.

Din acest motiv s-a trecut la proiectarea și elaborarea unei noi serii de motoare de macara. Sintetizînd observațiile asupra comportării în exploatare a vechilor motoare, s-a căutat a se obține caracteristici de lucru mai favorabile și o linie constructivă modernă. S-a avut în vedere:

1. Obținerea unei construcții unitare, cît mai sigură în exploatare, care face față cu succes condițiilor grele de lucru ale motoarelor de macara și care în afară de faptul că este robustă, se caracterizează prin utilizarea judicioasă a spațiilor în interiorul mașinii, ceea ce conduce la dimensiuni de gabarit reduse.

2. Gruparea motoarelor de diferite puteri și turații pe un număr minim de gabarite, pentru a avea cît mai multe repere comune, asigurîndu-se simultan calitatea superioară a fabricației, interșanjabilitatea pieselor și un control de calitate cît mai riguros.

3. Obținerea unei capacități de supraîncărcare ridicată, condiție esențială pentru motoarele de macara — și păstrarea unui anumit raport între dimensiunile principale ale mașinii, astfel încît să rezulte circa GD^2 și o constantă mecanică de timp favorabilă.

4. Reproiectarea și unificarea aparatajului de pornire și reglaj, care se livrează o dată cu motorul res-

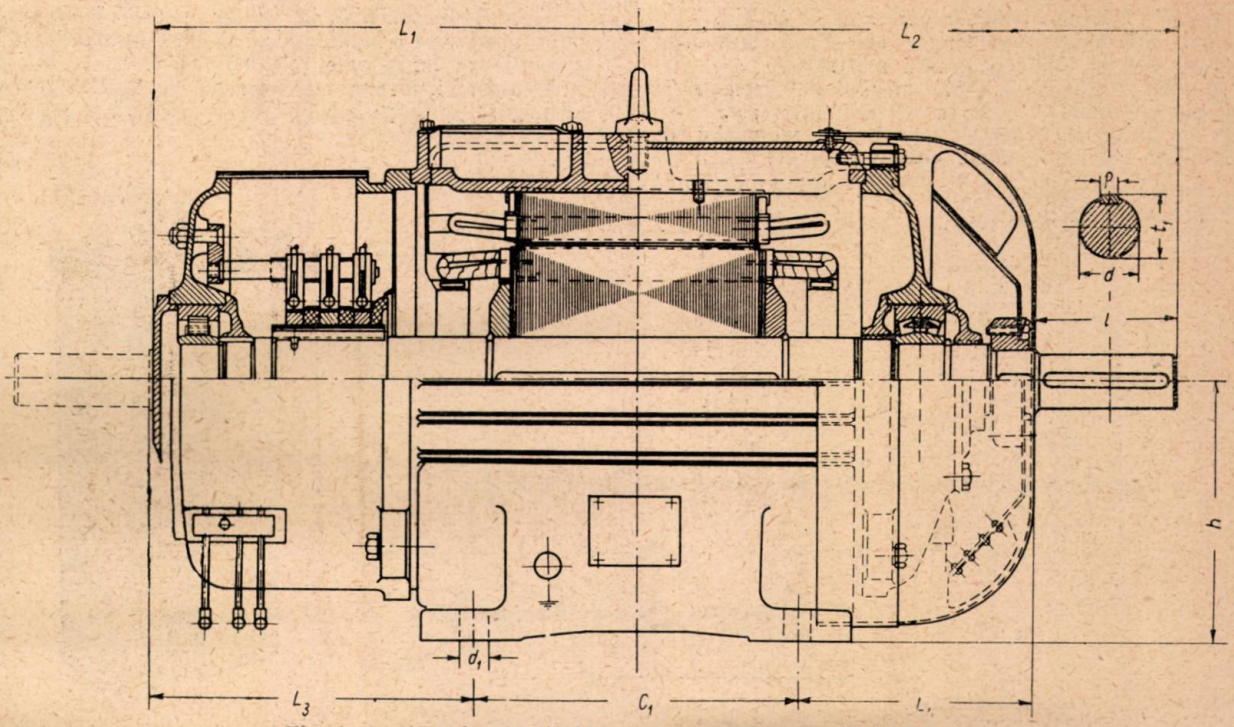


Fig. 1. Secțiune longitudinală printr-o mașină a gabaritului 7.

pectiv, în scopul obținerii unei caracteristici mecanice adecvate și a reducerii cotelor de gabarit.

In prezent se fabrică curent următoarele motoare (grupate pe gabarite și turații) :

Gabaritul	Puterea la DA = 40%		
	1 000	750	600
M-51	3		
M-52	5		
M-53	7,5		
M-61	11	7,5	
M-62	16	11	
M-71	23	16	11
M-72	32	23	16
M-91	45		
M-92	60	45	32

Ca linie constructivă s-a preferat varianta cu inelele colectoare între paliere, care duce la scurtarea mașinii, la o mai bună protecție a inelelor colectoare și o legătură simplă între inele și rotor. Cum inelele și portperiile sînt organe de uzură, s-a realizat accesul spre ele foarte ușor, iar demontarea rapidă. Mașinile se livrează, la cerere, cu unul sau două capete de acționare. Mai sus în fig. 1, este dată o secțiune longitudinală prin una dintre mașinile gabaritului 7.

Din punct de vedere electric, în scopul obținerii unui raport $\frac{M_{max}}{M_n} = 3$, mașinile au fost calculate pentru un flux sporit, în raport cu mașinile asincrone normale și un întrefier mai mare decît cel normal, fapt care conduce la o creștere a siguranței în exploatare. Motoarele de macara Klement Gottwald pot avea o frecvență de conectare relativ mare, cum și dese schimbări de sens de rotație. Celelalte caracteristici de lucru satisfac în întregime prescripțiile standardelor de stat și ale normelor în vigoare, situîndu-se la un nivel superior vechilor tipuri de motoare.

Noua serie de motoare de macara aduce totodată importante economii de materiale, față de vechea serie : 15% la cupru, 8% la tablă silicioasă, iar greutatea totală a fot redusă cu 15%.

Toată seria este construită cu izolație clasa A, pentru o funcționare la o temperatură ambiantă pînă la +35°C, păstrînd posibilitatea utilizării unei izolații superioare în cazul cînd se cer motoare destinate a lucra în medii cu temperaturi pînă la 55—60°C, cum este cazul în unele sectoare ale industriei metalurgice.

Motoarele se livrează pentru tensiunile 220, 380 și 500 V împreună cu rezistența de pornire și controlerul de pornire și reglaj.

Ing. C. **Rădulț**

Echipamente electrice de tracțiune

CZ 621.33

Echipamentele electrice de tracțiune reprezintă un sector important din producția fabricii „Klement Gottwald". Ele sînt construite pentru a se putea încadra în diferite scheme de funcționare. Mai jos sînt descrise cîteva din echipamentele electrice de tracțiune, din cele care se găsesc în fabricație curentă.

Echipament electric de tracțiune pentru vagoane de tramvai de mare capacitate

Echipamentul construit pentru tensiunea rețelei de 750 V este format dintr-un controler tip c. c. 461, patru motoare de tracțiune tip SST 40/750, o rezistență de pornire și frînare tip ZP 661-663, un motor pentru grupul motocompresor tip IST 2-750 B, un regulator de presiune

tip G-100. Schema electrică este arătată în fig. 1 și prevede funcționarea motoarelor cîte două permanent în serie, cum și folosirea frînării reostatice.

Controlerul tip c. c. 461 îndeplinește următoarele funcțiuni: pornirea, reglarea vitezei, inversarea sensului de mers și frînarea reostatică a vagonului de tramvai și are următoarele caracteristici:

— Curent nominal: 130 A c. c.
— Frecvența de conectare: 120 con./h.

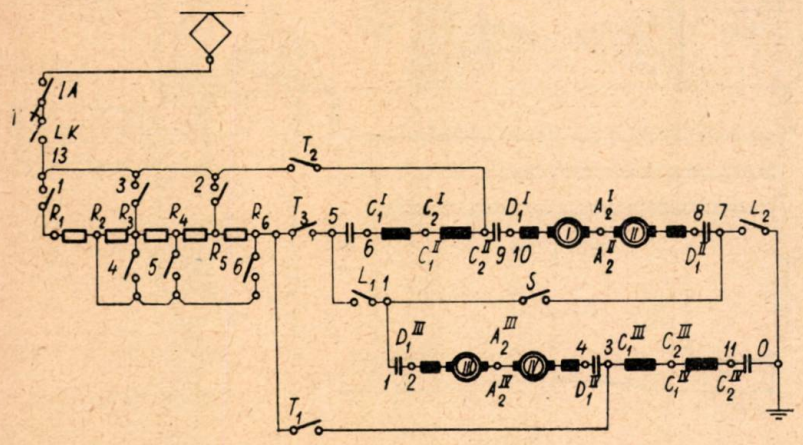


Fig. 1. Echipament electric de tracțiune pentru vagoane de tramvai de mare capacitate.

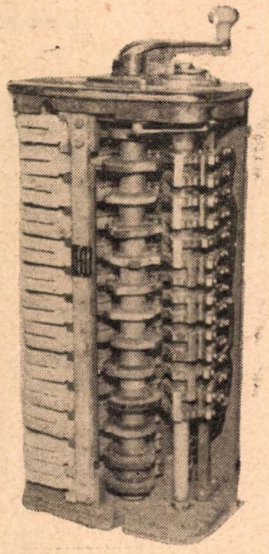


Fig. 2. Controler de tip c.c. 461.

Controlerul este arătat în fig. 2 și se compune din următoarele elemente principale:

1. Comutatorul de pornire și frînare are contactori cu acționare mecanică prin came prevăzuți cu camere și bobine de stingere. Prin comutator se realizează 17 poziții de mers din care șapte poziții pentru mersul motoarelor în serie și cinci poziții pentru mersul motoarelor în paralel și cinci poziții de frînare.

2. Inversorul compus dintr-un rotor cu sectoare de contact și un ansamblu de perii prin care se realizează o poziție de zero, trei poziții de mers înainte și trei poziții de mers înapoi. Pe prima poziție sînt conectate toate patru motoare, pe a doua primul grup, iar pe a treia al doilea grup de motoare. Aceasta pentru ca vagonul să poată funcționa și în cazul cînd un grup de motoare este defect. Controlerul este prevăzut cu un sistem de blocaj care împiedică manevre greșite și este acoperit cu o capotă care împiedică atingerea părților sub tensiune.

Rezistența de pornire tip ZP 663 (fig. 3) constă din elemente din bandă de crom-nichel înfășurată pe izolatori crenelați de porțelan. Curentul în regim permanent este de 39 A. Rezistența se montează pe acoperișul tramvaiului și se acoperă cu o capotă perforată în vederea ventilației. Motorul de tracțiune tip SST 40/750 A este cu excitație serie plin cîmp, cu poli auxiliari și autoventilat și are următoarele caracteristici:

— Putere nominală uniorară: 34 kW
— Tensiune nominală: 375 V
— Tensiune de izolație: 750 V
— Curent nominal uniorar: 104 A
— Viteza de rotație: 1 750 rot/min
— Curentul de durată: 75 A
— Viteza maximă: 3 200 rot/min
— Clasa de izolație: B

Motorul se pretează la frînare reostatică de regim, prin construcție asigurîndu-i-se o bună comutație în regimurile de funcționare cele mai grele.

Bobinajul indusului este executat în două straturi cu o singură spiră pe secție, ceea ce asigură o manoperă simplă și o calitate bună. Carcasa este prevăzută cu tălpi pentru montajul suspendat de rama boghiului, cuplul motor transmițîndu-se prin ax cardanic. Axul este găurit pentru ca prin el să treacă transmisia cardanică la cutia de angrenaje, iar carcasa este cilindrică — strunjită la exterior, asigurînd gabaritul cu o precizie sub 5%.

Motorul pentru grupul motocompresor tip IST 2-750 B este în construcție închisă, cu excitație în serie, fără poli auxiliari și are următoarele caracteristici:

— Putere nominală în regim DA 50% cu ciclu de 10 min: 1,9 kW
— Curentul nominal: 3,75 A
— Viteza de rotație: 1 250 rot/min
— Viteza maximă de rotație: 1 700 rot/min

Motorul este în construcție specială și se livrează în

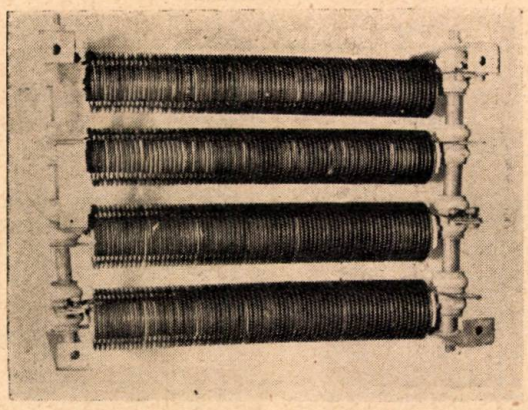


Fig. 3. Rezistența de pornire de tip ZP 663.

două subansamble: rotorul bobinat și statorul cu portperiile, urmînd a fi montat prin flanșare la carcasa compresorului de aer.

Regulatorul de presiune tip 6-100 din fig. 4 menține presiunea în instalațiile de aer comprimat ale vagonului motor între două limite stabilite. Regulatorul pornește motorul de acționare a compresorului de aer cînd

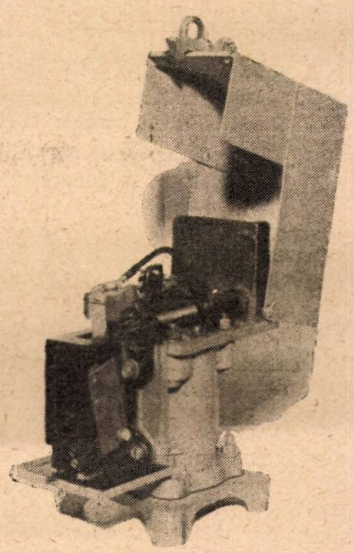


Fig. 4. Regulatorul de presiune de tip 6-100.

presiunea atinge limita inferioară, și oprește motorul cînd presiunea atinge limita superioară.

Caracteristicile tehnice sînt următoarele:

— Curent nominal:	6 A c. c.
— Durata de acționare:	40%
— Frecvența de conectare:	6 con/h
— Intervalul de presiune:	4,5—7 kg/cm²

Regulatorul este în construcție protejată, toate piesele sub tensiune fiind acoperite de o capotă demontabilă.

Echipament electric de tracțiune pentru vagoane de tramvai de capacitate redusă

Echipamentul este format dintr-un controler tip c. c. 460, două motoare de tracțiune tip SST 33/550 și elemente de rezistențe electrice din fontă. Schema electrică din fig. 5 prevede pornirea cu motoarele în serie și apoi în paralel și frînarea reostatică cu motoarele în paralel. Controlerul tip c. c. 460 are aceleași caracteristici cu

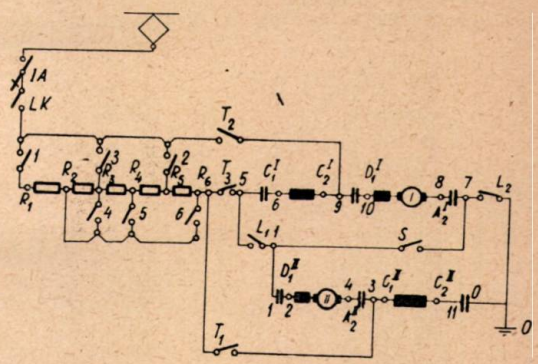


Fig. 5. Schema de pornire a motoarelor de tracțiune SST 33/550.

controlerul c. c. 461 — cu excepția curentului nominal care este de 100 A.

Motorul de tracțiune tip SST 33/550 este cu excitație serie, cu poli auxiliari și are următoarele caracteristici:

— Puterea nominală uniorară:	33 kW
— Tensiunea nominală:	550 V
— Curentul nominal uniorar:	70 A
— Viteza de rotație la puterea uniorară:	750 rot/min
— Curentul de durată:	45 A
— Viteza nominală de rotație:	1 400 rot/min

Construcția este autoventilată și de tipul cu suspensie pe osia roților (fig. 6).

Dimensiunile de gabarit ale mașinii permit montarea ei și pe boghiuri destinate unui ecartament îngust (1 m) al căii de rulare. Legăturile electrice la motor se fac prin cabluri care intră direct în motor.

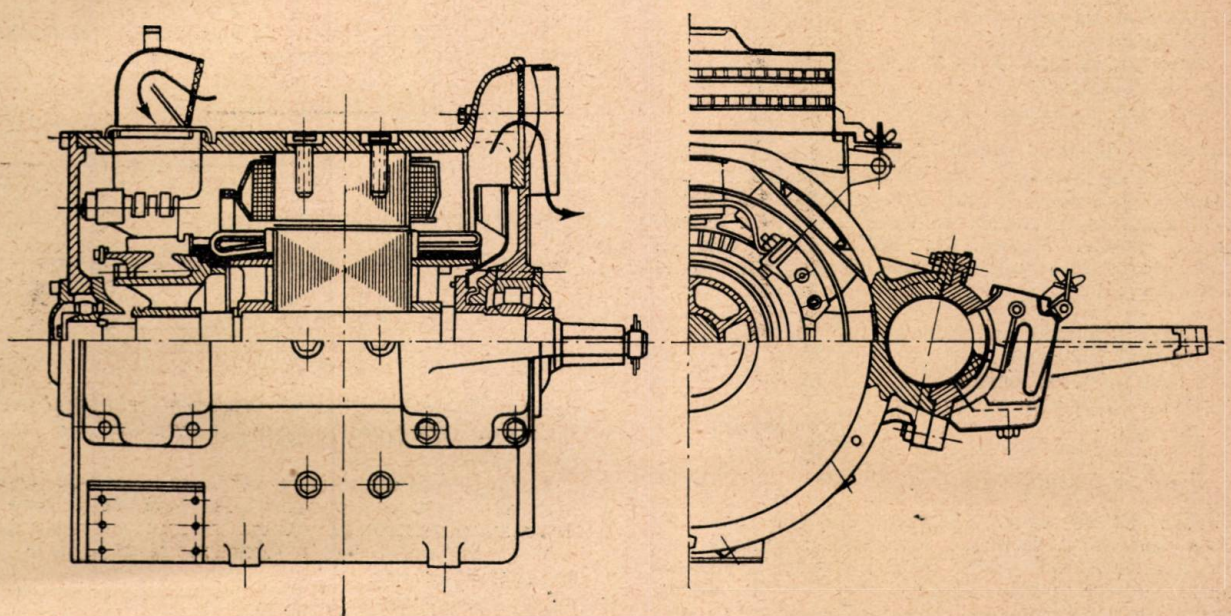


Fig. 6. Motorul de tracțiune SST 33/550.

Echipament electric pentru locomotiva de mină de 4 tone cu acumulatori

Acesta este format dintr-un controler tip c. c. 495, două motoare de tracțiune tip SSTA 4,5-72 și funcționează după schema din fig. 7. Echipamentul este în

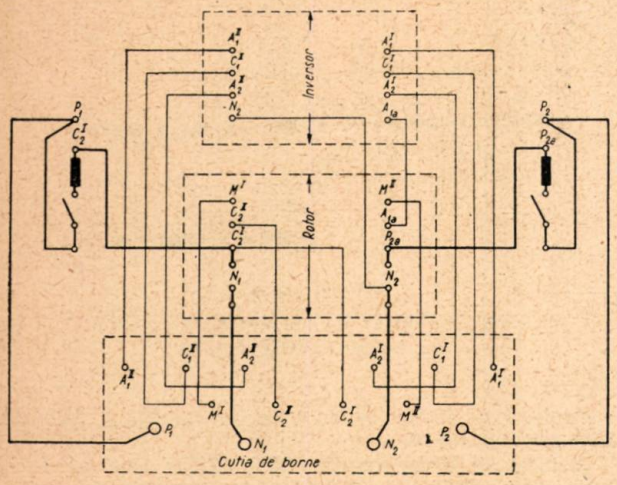


Fig. 7. Schema de funcționare a echipamentului electric pentru locomotiva de mină de 4 t.

construcție antigrizutoasă, îndeplinind condițiile din „Norme și prescripții pentru construcția și alegerea utilajului și echipamentului electric minier folosit în minele de cărbuni și nisipuri bituminoase din R.P.R.".

Controlerul tip c. c. 495, îndeplinește funcțiunile de pornire, reglarea vitezei și inversarea sensului de mers, și are următoarele caracteristici:

— Tensiune nominală:	72 V
— Curent de regim permanent:	100 A c. c.
— Frecvența de conectare:	120 con/h

Controlerul se compune din două elemente principale: comutatorul de poziții și inversorul montate pe același ax, dar cu comenzi separate.

Comutatorul realizează patru poziții de mers:

1. Motoarele în serie la 36 V;
2. Motoarele în serie la 72 V;
3. Motoarele în serie la 72 V cu cîte doi poli de excitație scurtcircuitați;
4. Motoarele în paralel la 72 V.

Inversorul are trei poziții: zero, înainte și înapoi. Comutatorul și inversorul sînt de tipul constructiv rotor cu sectoare de contact și perii fixe tip deget. Controlerul este prevăzut cu un sistem de blocare, care nu permite manevre greșite. Motorul tip SSTA 4,5-72 este cu excitație serie fără poli auxiliari și are următoarele caracteristici:

— Putere nominală uniorară:	4,5 kW
— Tensiune nominală:	72 V
— Curent nominal uniorar:	84 A
— Viteza de rotație în regim uniorar:	620 rot/min
— Viteza maximă de rotație:	1 200 rot/min
— Clasa de izolație:	B

Motorul este de tipul cu suspensie pe osia roților. In vederea capsulării rezistente la presiune, carcasa este astfel construită încît rezistă fără deformări la presiune produse de eventualele explozii interioare de metan. Motorul este prevăzut cu o cutie de borne, iar pentru ieșirea cablurilor flexibile de cauciuc este prevăzută etanșarea cu flanșă de strîngere și inele de cauciuc.

Echipament electric pentru locomotiva de mină de 7 tone cu troleu

Acesta este format dintr-un controler tip c. c. 492, două motoare de tracțiune tip SSTn 20,6/250 și o rezistență de pornire tip ZR 692 și este în construcție minieră normală, îndeplinind condițiile din norma amintită mai înainte. Controlerul tip c. c. 492 îndeplinește funcțiile de pornire, reglarea vitezei, inversarea sensului de mers și frînarea locomotivei. Aceste manevre se fac conform schemei din fig. 8.

Caracteristicile tehnice sînt următoarele:

— Tensiune nominală:	250 V
— Curent nominal:	100 A
— Frecvența de conectare:	120 con/h

Controlerul este în execuție normală și constă din două elemente principale:

1. Comutatorul de pornire și frînare cu care se realizează opt poziții de pornire din care cinci cu motoarele în serie și trei cu motoarele în paralel, iar în sensul invers, șase poziții de frînare.

2. Inversorul de sens cu care se pot realiza șapte poziții din care o poziție de zero și cîte trei poziții pentru mersul înainte și înapoi. Aceste trei poziții prevăd următoarele situații: mersul cu ambele motoare; mersul cu motorul I; mersul cu motorul II. Un sistem de blocaj nu permite manevre greșite.

Motorul tip SSTN 20,6/250 este cu excitație serie, prevăzut cu poli auxiliari și are următoarele caracteristici:

— Putere nominală uniorară:	20,6 kW
— Tensiune nominală:	250 V
— Curentul nominal uniorar:	95 A
— Viteza de rotație în regim uniorar:	620 rot/min
— Curentul în regim de durată:	34 A

Construcția este de tipul cu suspensie pe osia roților. Legăturile la motor care se fac prin conectare la cablurile care ies din carcasă sînt protejate de un capac, prevăzut la partea superioară. Carcasa este de formă

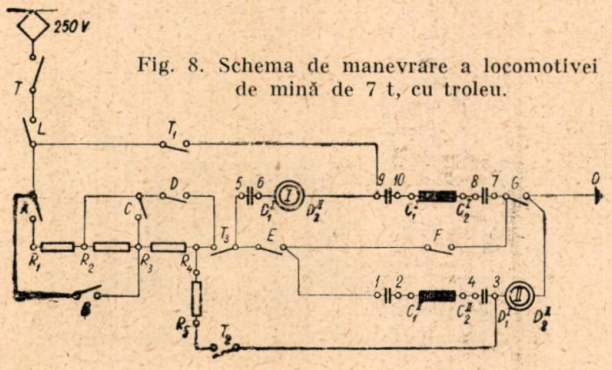


Fig. 8. Schema de manevrare a locomotivei de mină de 7 t, cu troleu.

octogonală, realizînd astfel economie de spațiu pentru realizarea unui gabarit special pentru linii cu ecartament redus.

Afară de cele arătate aici, fabrica mai execută și echipamentele pentru locomotiva de mină de 2 tone cu acumulatori, echipament pentru troleybuz cu motor serie șuntat, echipament pentru locomtiva de mină de 8 tone cu acumulatori etc.

Ing. **C. Popescu**
și ing. **Gh. Mangu**

Agregatul convertizor de 8 000 Hz

CZ 621.313.39

Fabrica „Klement Gottwald" a început din anul 1954 să pună în studiu fabricarea de grupuri electrogene motor-generator de frecvență ridicată pentru a pune la dispoziție industriei metalurgice un utilaj care a devenit

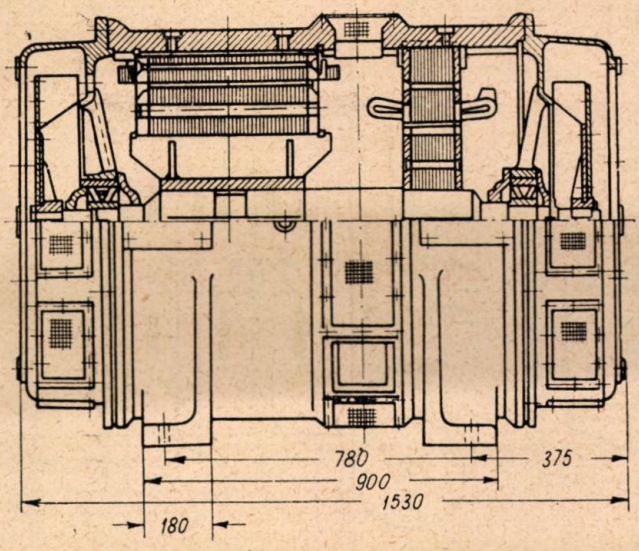


Fig. 1. Secțiune longitudinală.

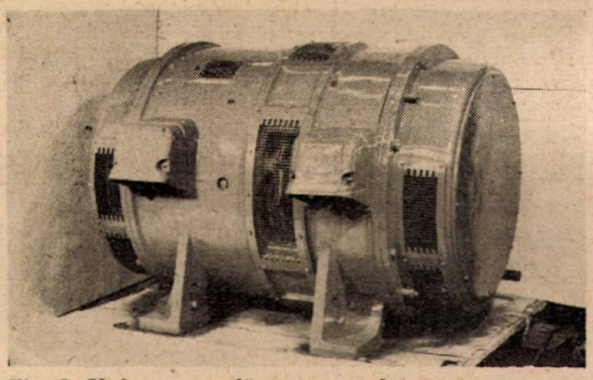


Fig. 2. Vedere generală a agregatului convertizor de 8 000 Hz.

indispensabil tehnicii moderne. Primul grup convertizor intrat în fabricație curentă este tipul GEF 100—8 000 Hz capabil de a produce curent monofazat de frecvența 8 000 Hz. Este un produs de înaltă tehnicitate prin cerințele de precizie, de prelucrare, de montaj, de control.

Figurile arată aspectul general exterior și o secțiune longitudinală.

Atît motorul de antrenare cît și generatorul sînt plasate în carcasă comună din fontă. Întregul ansamblu este susținut pe două lagăre cu rulmenți cu role oscilante care asigură o posibilitate de centrare perfectă.

Motorul electric de antrenare a agregatului este asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit.

Motorul corespunde condițiilor generale STAS 1853-50.

Generatorul este sincron monofazat de tipul Guy cu variație de reluctanță pentru producerea de frecvențe ridicate. El se fabrică cu următoarele caracteristici:

Putere aparentă, kVA	Tensiune nominală, V	Curent nominal, A	Frecvența, Hz	Randament	cos φ	Tensiune de excitație, V	Curent excitat, A
100	300/600	334/167	8 000	0,75	0,9 capacitiv	60	16—21

Mașina are posibilitatea de a da și 750 volți cu condiția asigurării unei excitații corespunzătoare. Mașina va putea fi folosită și la o putere mărită într-un regim cu o durată de funcționare care să asigure că temperaturile limită nu sînt depășite (vezi articolul „Generatorul de frecvență ridicată în sarcină" din prezentul număr). Izolația bobinajelor generatorului de frecvență ridicată este de clasa E.

Bobinajul indus al generatorului este executat din două căi, care se pot lega în serie sau în paralel. În acest din urmă caz tensiunea scade la jumătate, iar curentul crește la de două ori, față de cazul bobinelor legate în serie.

Agregatul se livrează obișnuit cu un grup de condensatoare, care sînt astfel calculate încît pe de o parte tensiunea la bornele lor să nu fie prea mare și pe de altă parte să asigure buna funcționare a generatorului, atunci cînd sarcina exterioară are un decalaj capacitiv cos φ =0,9.

Generatorul este de tipul deschis cu răcire de aer ceea ce face ca exploatarea lui să fie mult mai simplă ca a generatoarelor răcite cu apă. În acest fel siguranța mărită în exploatare compensează cu prisosință mărirea gabaritului față de generatoarele răcite cu apă.

Agregatul este deservit de un tablou complex, fabricat de întreprinderea Electrotehnica, care conține tot aparatajul de conectare, control și reglaj automat necesar unei bune funcționări a agregatului. Acest tablou se livrează împreună cu agregatul descris mai sus, după ce în prealabil s-au făcut încercările de control a întregului sistem la platforma fabricii „Klement Gottwald".

Ing. **V. Bunea**

Grup electrogen de 4 kVA

CZ 621.313.3—84

Din primii ani ai existenței sale, întreprinderea „Klement Gottwald" a asimilat un grup electrogen de 4 kVA cu motor de antrenare cu explozie în scopul alimentării cu energie electrică a micilor consumatori industriali, a cabanelor de munte și a formațiilor sătești, cum și ca grup de rezervă și intervenție la spitale, cinematografe etc.

Produsul inițial, executat cu un generator normal, prevăzut cu excitatrice, prezenta dezavantajul că, pe lîngă gabaritul mare datorită excitatricei care la această ordine de mărime devine aproape egală ca dimensiuni cu alternatorul, nu era prevăzut cu stabilizare de tensiune.

Ca o ameliorare față de vechiul produs, fabrica a reasimilat grupul GTE 4-400 TC, folosind de această dată un generator autoexcitat care, avînd un acombrament redus, prezenta și avantajul că s-a putut prevedea un sistem simplu de a menține tensiunea constantă în limitele de ±8% (inclusiv variația de turație a motorului primar) pentru trecerea de la gol la plină sarcină și viceversa.

Variația de tensiune în aceste limite este destul de mică pentru a nu cauza în exploatare neplăceri cum ar fi pîlpîirea becurilor, declanșarea automatelor etc.

Grupul se compune dintr-un motor termic cu benzină de 6 CP cuplat direct cu un generator sincron trifazat de 4 kVA, ambele așezate împreună cu tabloul de comandă electrică al instalației și un rezervor de benzină pentru circa 6 ore de funcționare pe o placă de bază rigidă. Întrucît turația motorului este de 2 200 rot/min, generatorul a fost prevăzut cu un reductor alcătuit din două roți cilindrice cu dinți înclinați (pentru reducerea sgomotului) care permite acționarea lui la 1 500 rot/min, corespunzător frecvenței de 50 Hz.

Generatorul este de tip protejat P22 și se răcește cu ajutorul unui ventilator interior. Pentru micșorarea dimensiunilor, ținînd seama și de puterea redusă a agregatului, s-a ales soluția unui generator invers, cu polii pe stator și indusul la rotor, tensiunea alternativă urmînd a fi culeasă la cele patru inele colectoare. La

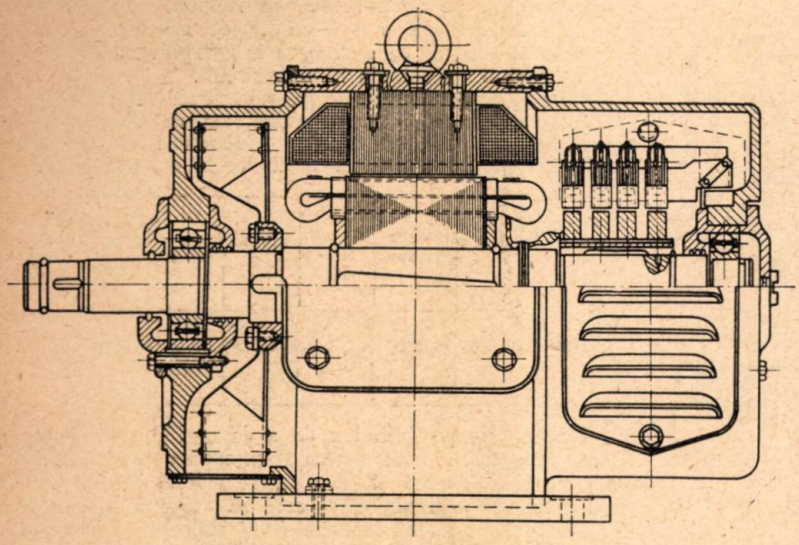


Fig. 1. Generator invers de 4 kVA. Vedere generală.

cerere bobinajul poate fi realizat pentru 400 respectiv 231 V cu conexiunea stea cu nulul scos la cel de al patrulea inel. In acet mod s-a obținut un ansamblu arătat în fig. 1, greutatea totală a generatorului inclusiv reductorul nedepășind 110 kg.

Excitația generatorului este realizată prin redresori cu seleniu cu stabilizarea tensiunii printr-un transformator trifazat cu shunturi magnetice reglabile. Schema de funcționare este redată în fig. 2.

Înfășurarea de excitație se alimentează prin grupul de redresori R legați în punte trifazată Larionov și conectați la înfășurarea secundară S a transformatorului stabilizator. In secundar induc tensiune atît înfășurarea primară P, legată în derivație la bornele alternatorului, cît și înfășurarea compound C străbătută de curentul de sarcină al mașinii și avînd un efect adițional. Cu ajutorul celor două shunturi magnetice deplasabile așezate între cele trei coloane ale miezului trifazat, se realizează două lucruri:

a) posibilitatea de reglare inițială a tensiunii în gol;

b) separarea în foarte mare măsură, ca înlănțuire magnetică, a înfășurării compound de înfășurarea primară, eliminîndu-se fenomenul de interacțiune al bobinajelor care duce la menținerea practic constantă a tensiunii secundare în cazul transformatorilor fără shunt, indiferent de variația curentului în cea de a treia înfășurare (deci la ineficacitatea compundajului).

In afara reglajului tensiunii în gol cu ajutorul shunturilor, impus de faptul că mașinile prezintă o anume dispersiune de fabricație în ceea ce privește alura curbei de gol (curbele *1* și *2* din fig. 3) se impune din același motiv și un reglaj cu ajutorul prizelor din bobinaj al amperspirelor compound.

O ultimă problemă care a fost rezolvată este cea a amorsării, întrucît, spre deosebire de mașinile derivație de curent continuu la care tensiunea remanentă se aplică direct circuitului de excitație, la mașinile autoexcitate cu transformator stabilizator valoarea tensiunii aplicate redresorului se reduce în raportul 1/10 și chiar mai mult, astfel încît amorsarea directă nu este posibilă.

Cu ajutorul butonului B se scurtcircuitează un timp foarte scurt (circa 0,5 s) două faze ale înfășurării compound, creîndu-se astfel prin curentul de scurtcircuit al acestora un șoc de tensiune și în înfășurarea secundară, suficient pentru a provoca amorsarea. In scop de a evita posibilitatea de supraîncălzire a bobinelor scurtcircuitate în caz de blocare accidentală a butonului sau chiar de anclanșare voită un timp prea lung, se include S_1 în circuitul de scurtcircuitare.

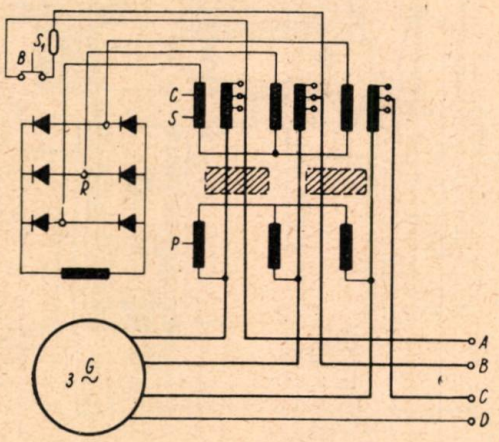


Fig. 2. Schema de funcționare.

Pentru a evita obținerea unei mașini nestabile (la care ne putea ușor conduce tentația de a avea o putere de excitație cît mai mică) s-a renunțat la funcționarea după curbele de mers în gol *1* și *2* din fig. 3.

Ca urmare, saturînd mașina și acceptînd o creștere corespunzătoare a excitației, s-a realizat la seriile curente de fabricație o funcționare absolut stabilă după curbele *3* și *3'* din aceeași figură.

Realizarea unui ansamblu compact, de greutate redusă (350 kg) și ușor transportabil grație formei speciale de sanie a plăcii de fundație, face ca, pe lîngă avantajul electric al eliminării unei excitatrice în rotație și cu

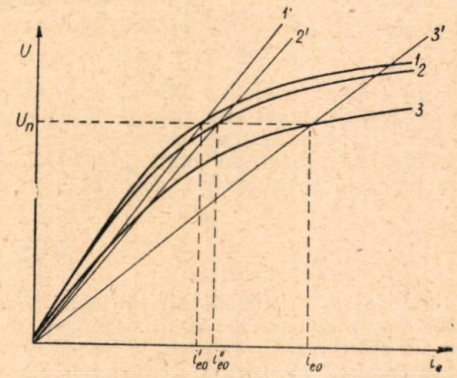


Fig. 3. Curbele de funcționare în gol.

colector și al realizării unei stabilizări acceptabile fără regulator de tensiune electromecanic, grupul GTE 4-400 TC să fie indicat a se folosi în toate stațiile mobile și în special acolo unde trebuie să pornim des electromotoare asincrone în scurtcircuit de putere pînă la 50% din puterea generatorului sincron, cum este cazul de exemplu la atelierele mobile.

Ing. **A. Berberianu** și ing. **N. Ghiță**

MAGYAR ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1833

SOMMAIRE

CD 621.312

Crişan I. : **L'industrie électrotechnique soviétique sous le jour du plan septennal de développement de l'économie nationale de l'U.R.S.S.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 437

CD 621.312

Iancovici, V. : **Dix années d'activité à l'usine „Klement Gottwald"**

Electrotehnica **6** (1958) 12 ,439

On présente le bilan général de l'activité de l'usine, depuis son installation jusqu'à présent.

CD 621.312

Neacşu, Fl. : **Le soin pour l'homme à l'usine „Klement Gottwald".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 443

On présente les réalisations sociales et culturelles qui caractérisent l'élèvement du niveau de la vie du personnel de l'usine.

CD 621.313.3–9

Bunea, V. : **Le fonctionnement en charge des alternateurs à haute fréquence.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 444

L'article contient une étude du comportement des alternateurs à haute fréquence fonctionnant en charge. On présente les problèmes d'exploitation relatives à l'adaptation du circuit de charge, en ajoutant des recommandations et des exemples de calcul.

CD 621.313.2–621.3.013.4

Nicolescu, D. : **La détermination de la réaction de l'induit des machines à courant continu, dont l'entrefer n'est pas uniforme.**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 453

On indique une méthode graphique pour la détermination de la réaction de l'induit des moteurs à courant continu avec un entrefer non-uniforme. La méthode est appliquée à un moteur pour traction construit à l'usine „Klement Gottwald".

CD 621.313.333

Herescu, R. : **L'évolution de la construction des moteurs asynchrones à l'usine „Klement Gottwald".**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 458

On présente l'évolution des types de moteurs synchrones construits à l'usine depuis son installation, en indiquant les améliorations apportées.

CD 621.313

Ionescu, N. et *Cotta, Al.* : **Quelques aspects de la technologie de fabrication des machines électriques à l'usine „Klement Gattwald"**

Electrotehnica **6** (1958) 12, 463

On présente les principales caractéristiques de la tehnologie de fabrication des machines électriques.

CZ 621.3 INGINERIE ELECTRICĂ

Sazl, L. CZ 621.3.002.2

Indrumările T 512 ale Institutului de Cercetări pentruTehnica Curenţilor Tari în privinţa executării instalaţiilor electrotehnice pentru ţinuturi tropicale.
Elektrotechnik (CSR) **13** (1958) 8, 276—277.

CZ 621.3.01/09 ELECTROTEHNICA GENERALĂ

Slepian, L. B.

Vectorul electromagnetic al lui Umov în cîmpul liniilor de transport. Electricestov **78** (1958) 8, 79—81.

CZ 621.311.6/8 ALIMENTAREA CONSUMATORILOR

Zaslavskaia, T. B. CZ 621.311

Calcularea pierderilor de putere într-o linie lungă, folosind curentul reactiv. Electricestvo **78** (1958) 9, 58—59.

CZ 621.3.13 MAŞINI ELECTRICE

Hanislavski, L. J. CZ 621.313.3—9

Un turbogenerator experimental cu răcire internă cu hidrogen a înfăşurărilor sale statorică şi rotorică. Electricestvo **78** (1958) 9, 30—34.

Luişki, P. A. CZ 621.313

Un studiu al încălzirii motoarelor de inducţie de 0,6 pînă la 100 kW, seriile A şi AO, în timpul serviciului de durată. Electricestvo **78** (1958) 9, 35—38.

Kucera, J. CZ 621.313.001.11.512.972

Sisteme de coordonate rotative holonome şi neholonome în teoria maşinilor electrice. Electr. Obz. **47** (1958) 5, 226—233.

Berger, A. J. CZ 621.313.04

Determinarea greutăţii economice a maşinilor electrice. Energetika (CSR) **8** (1958), 5, 179.

Kurka, O. CZ 621.313.2

Cîteva indicaţii fundamentale asupra proiectării motoarelor de c.c. de mică putere. Electrotehnik (CSR) **13** (1958) 8, 268—270.

Lonnleithner, A. CZ 621.313.3

Probleme ale reglării tensiunii la generatoarele mari. ÖZE **11** (1958) 8, 373—378.

Aldred, A. S., Shackshaft, G.; CZ 621.313.322 : 621.316.722

Efectul unui regulator de tensiune asupra stabilităţii de regim şi tranzitorii a unui generator sincron. Proc. Inst. Electr. Engr. **105** (1958) A 22, 420—427.

Rawcliffe, G. H., Burbilge, R. F., Fong, W.

CZ 621.313.322 : 621.316.765

Variaţia vitezei motorului de inducţie prin modulaţia amplitudinii polare. Proc. Inst. Electr. Engrs. **105** (1958) A 22, 411—419.

CZ 621.314.1/.3 TRANSFORMATOARE ELECTRICE

Ande, F. CZ 621.314.21

Montajul în exagon al transformatoarelor. ÖZE **11** (1958) 8, 378—382.

Brown, W. L. CZ 621.314

Transformatoare uscate. Electr. Times. **134** (1958) 3485, 297—301.

CZ 621.314.6/.7 REDRESOARE ŞI TRANZISTOARE

Kubat, M. CZ 621.314

Redresorii de putere cu germaniu. cehoslovaci Elekt. Obz. **47** (1958) 5, 233—241.

CZ 621.315.61/.62 MATERIALE IZOLANTE

Espe, W. CZ 621.314.63

Mica ca materie primă în tehnica vidului. Slabopr. Obz. **19** (9158) 6, 389—397.

CZ 621.316.3.5 INSTALAŢII. APARATAJ

Neufeld, M. R. CZ 621.316

Securitatea echipamentului electric portativ. Electricestvo **78** (1958) 9, 52—54.

Macat, J., Vojta, J. CZ 621.316.54

Metodele sintetice de încercare a întreruptoarelor pentru foarte înaltă tensiune — metoda lui Weil. Electr. Obz. **47** (1958) 7, 355—359.

Moravová, H., Novotny, V. CZ 621.316.54 : 621.317 : 621.314.2

Un circuit de substituţie pentru încercările disjunctoarelor în timpul întreruperilor transformatoarelor în gol. Elektr. Obz. **47** (1958) 5, 250—258.

Husa, V., Cihelka, J. CZ 621.316.54.064.45

Influenţa frecvenţei proprii a unei tensiuni restabilite asupra puterii de rupere a disjunctoarelor pneumatice. Elektr. Obz. **47** (1958) 7, 349—354.

CZ 621.316.8 REZISTOARE ELECTRICE

Smok, M. CZ 621.316.86

Rezistenţe cu carbon interşanjabile. Elektrotechnik (CSR) **13** (1958) 8, 262—264.

CZ 621.317 MĂSURĂTORI ELECTRICE

Popov, V. S. CZ 621.317

Măsurarea temperaturii prin metoda temperaturii egale. Electricestvo **78** (1958) 9, 63—66.

Vlnăr, F. CZ 621.317.2

Reproducerea undelor abrupte printr-un divizor rezistiv. Elektr. Obz. **47** (1958) 5, 244—250.

Bomberg, H., Karttunen, P. J. CZ 621.317.43

Un ferometru pentru determinarea curbei de magnetizare în curent alternativ şi pierderilor în fier ale epruvetelor mici de tole feromagnetice. Proc. I.E.E. **105** (1958) A 22, 375—384.

Mc Farlane, J., Milne, P., Darby, J. K. CZ 621.317.44 : 621.318.13

Instalaţie cu citire directă pentru măsurarea pierderilor în fier pentru tole, benzi şi epruvete pătrate. Proc. I.E.E. **105** (1958) A 22, 385—394.

CZ 621.317.7 INSTRUMENTE. APARATE DE MĂSURĂ

Renz, A. CZ 621.317.785.025.3

Comportarea contoarelor trifazate la şocuri de sarcină. El. Wirtsch. **57** (1958) 16, 484—490.

Rose, G. CZ 621.317

Osciloscopul catodic în tehnica curenţilor tari. Funktechnik **13** (1958) 16, 553—554.

CZ 621.319 ELECTROSTATICĂ.

Egorov, V. N. CZ 621.319

Formarea sarcinilor electrostatice şi mijloacele pentru neutralizarea lor. Electricestvo **78** (1958) 9, 55—58.

Renn, V. T., Kaliazina, N. N., Morozova, M. N. CZ 621.319

Pierderi dielectrice în hîrtia de condensatoare. Electricestvo **78** (1958) 9, 47—52.

CZ 621.34 APLICAŢII. ACŢIONĂRI ELECTRICE

Bartuska, K. CZ 621.34 : 621.313.13

Alegerea electromotorului pentru diferite acţionări. Energetika (CSR) **8** (1958) 6, 236—239.

621.36 ÎNCĂLZIRE. CUPTOARE

Fitzer, E., Rubisch, O., Selka, F. CZ 621.365

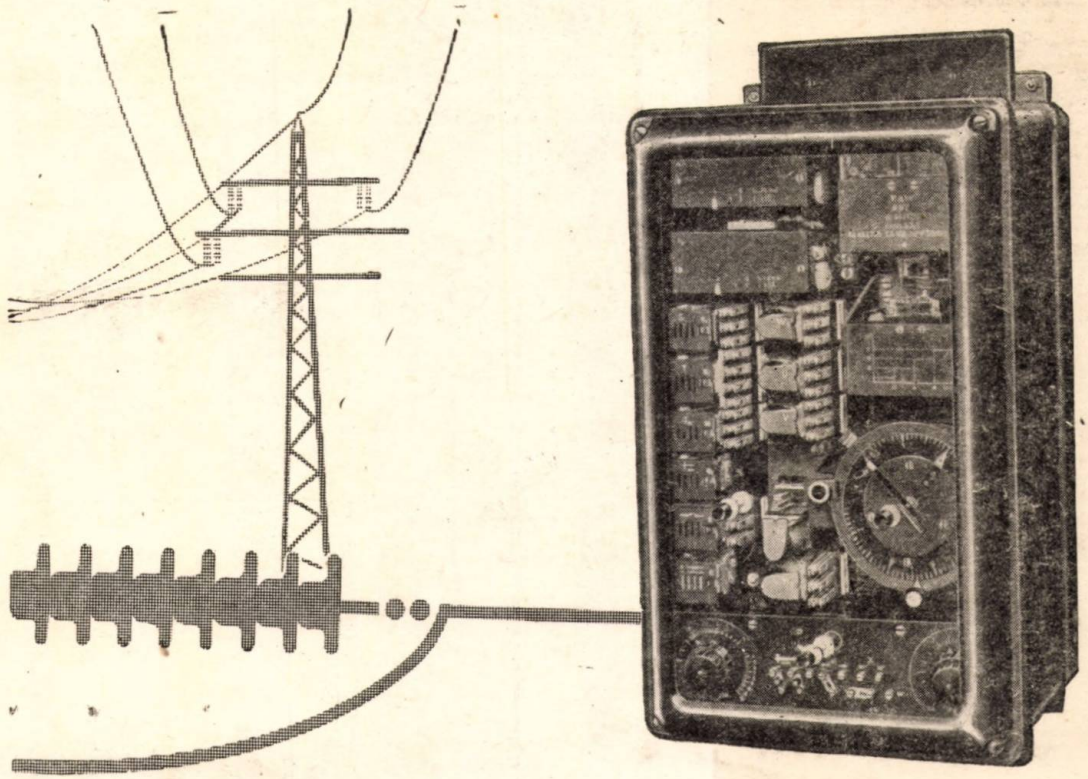
Conductoare din siliciură de molibden pentru încălzire. Elektrowärme **16** (1958) 7, 253—259.

Ryska, Z. CZ 621.3

Folosirea metalelor ceramice ca elemente de încălzire pentru cuptoare electrice cu rezistenţe. Elektrotechnik (CSR) **13** (1958), 61 207—208.

RECOMANDĂRI PENTRU AUTORI

1. *Lucrările ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.*
2. *Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare învățămînt, producție, este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.*
3. *Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.*
4. *Lucrări care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.*
5. *Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, se va anexa lucrării.*
6. *În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebuie să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.*
7. *Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.*
8. *Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.*
9. *Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.*
10. *Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grijă literile majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc.*
11. *Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cit și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, tomul, anul, numărul, paginile.*
12. *Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură pagină față, la două rînduri (2 000 semne de pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.*
13. *Nu se admite trimiterea concomitent a textului la alte publicații.*
14. *Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.*
15. *Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.*
16. *Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 de ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.*



RELEE RAPIDE DE DISTANȚĂ RD 7

se utilizează în stații electrice de înaltă tensiune pentru protecția rețelelor multiplu buclate.

Prin separarea selectivă a cablelor și liniilor aeriene la apariția unor scurtcircuite, a unor scurtcircuite bifazate sau la manevre greșite se evită deconectări masive; în felul acesta se exclud perioade de întrerupere prin imediata recunoaștere a locului avariei. Piesele componente de calitate superioară ale acestor aparate sînt rezultatul unor cercetări continue și a unor experiențe de ani de zile în domeniul construcției releelor. Releele rapide de distanță fabricate de noi sînt utilizate cu succes în numeroase stații electrice din țară și străinătate.

PROGRAMUL NOSTRU DE FABRICAȚIE MAI CUPRINDE ÎN AFARĂ DE ACEASTA:

APARATE DE COMANDĂ, APARATE DE MĂSURĂ
CONTOARE, RELEE, REDRESOARE

VĂ ȚINEM LA DISPOZIȚIE GRATUIT PROSPECTE AMĂNUNȚITE CU DATE TEHNICE

VEB ELEKTRO — APPARATE — WERKE
BERLIN — TREPTOW
HOFFMANNSTRASSE 15 — 26

Reprezentanța din București; **AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE ÎN R. P. R.**
Secția Economică

RFT

RADIOCOMUNICAȚII PRIN UKW

pentru
AGRICULTURĂ
și
INDUSTRIE

Cereți prospectele noastre

VEB FUNKWERK — DRESDEN

DRESDEN N 15, MESCHWITZSTRASSE

Informațiuni pentru export la:

DEUTSCHER INNEN UND AUSSENHANDEL ELEKTROTECHNIK

BERLIN C 2, LIEBKNECHTSTRASSE 14

Lei 5